NETWORK ITALIANO SILICE

(COORDINAMENTO REGIONI – ISPESL – ISS – INAIL)

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER RIDURRE L'ESPOSIZIONE A POLVERI CONTENENTI SILICE LIBERA CRISTALLINA

COMPARTO LAPIDEO

Materiali di lavoro del Sottogruppo

Sondrio, aprile 2008

Rapporto Tecnico a cura di:

SOTTOGRUPPO LAPIDEI NIS

OPERATORI	STRUTTURA	ENTE	REGIONE
Pattarin R.	SPSAL	ASL Sondrio	LOMBARDIA
Savoca D.	Dir.Reg. Ambiente	Regione Lombardia	LOMBARDIA
Manfroi	Assomineraria	UNIONE INDUSTRIALI	Nazionale
Giarda M.	Assomineraria	UNIONE INDUSTRIALI	Nazionale
De Santa A.	Assomineraria	UNIONE INDUSTRIALI	Nazionale
Zecchi C.	Contarp	INAIL Liguria	INAIL
Patrucco M.	DITAG	Politecnico Torino	PIEMONTE
Francese S.	DITAG	Politecnico Torino	PIEMONTE
Lembo F.	SPRESAL	ASL14 VCO (VB)	PIEMONTE
Alfonzo S.	SPRESAL	ASL17 Saluzzo (CN)	PIEMONTE
Calabretta G.	SPRESAL	ASL17 Saluzzo (CN)	PIEMONTE
Scibelli A.	ARPA	Regione Piemonte	PIEMONTE
Pellei B.	SPSAL	ASL Sondrio	LOMBARDIA
Bonacini I.	Servizio Cave	Provincia Sondrio	LOMBARDIA
Bernabeo F.	UOOML	ASL Lecco	LOMBARDIA
Trentini P.	U.O. P.S.A.L	APSS Trento	TRENTINO ALTO-ADIGE
Salvagno R.	SPISAL	ULS Bussolengo (VR)	VENETO
Passera G.	SPSAL	AUSL Piacenza	EMILIA-ROMAGNA
Magnani	SPSAL	AUSL Reggio Emilia	EMILIA-ROMAGNA
Cabona M.	PSAL	ASL4 Chiavari (GE)	LIGURIA
Castiglioni T.	PSAL	ASL4 Chiavari (GE)	LIGURIA
Bramanti L.	SPISLL	AUSL Viareggio (LU)	TOSCANA
Saccardi P.	SPISLL	AUSL Viareggio (LU)	TOSCANA

Con il contributo di

Claudio Arcari - Referente "Buone Pratiche" Network italiano silice

INDICE

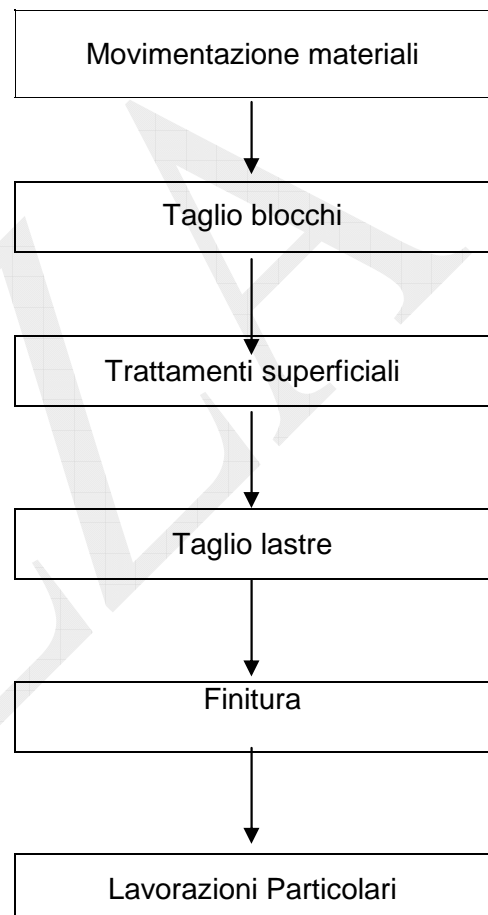
PARTE PRIMA

Ciclo tecnologico

DEFINIZIONE DEL CICLO TECNOLOGICO

Il sottogruppo ha assunto la suddivisione in fasi proposta nel CD ROM "La Prevenzione degli infortuni nel settore lapideo" redatto nel 2005 dalla SNOP per la collana INAIL "Prodotti per la Prevenzione" (1).
Le fasi del ciclo tecnologico sono schematizzate in tab.1, poi sinteticamente descritte in tab.2 e 3.

Tab.1: Flow Chart del ciclo tecnologico di estrazione e lavorazione di materiali lapidei

ESTRAZIONE

Movimentazione materiali

↓

Preparazione e manutenzione sito

↓

Perforazione

↓

Abbattimento

↓

Riquadratura

↓

Finitura

LAVORAZIONE

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF1
Estrazione: fase 1 Preparazione e manutenzione sito

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte

ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

La preparazione e manutenzione del sito comporta una serie molteplice e variabile di operazioni (perlustrazione, movimentazione, perforazione, abbattimento etc.) già descritte in altre Schede. Esse possono tuttavia essere svolte in condizioni operative “difficili”, per vincoli imposti dai luoghi e dagli spazi funzionali disponibili, nonchè per criticità indotte da problematiche di sicurezza. I rischi di esposizioni a polveri possono quindi in alcune circostanze risultare aggravati, anche per la difficoltà di garantire adeguati interventi di prevenzione.

A- PERLUSTRAZIONE
Tale operazione, ad elevato rischio di sicurezza, non comporta di norma esposizioni significative a polveri.

B- MOVIMENTAZIONE
L’utilizzo di mezzi meccanici (escavatori, pale gommate etc.) per operazioni di scavo, asporto e trasporto di materiali e detriti (approntamento rampe e piste, scopertura del giacimento, disgaggio, realizzazione trincee e piazzali etc.) rappresenta l’attività principale di questa fase. I relativi rischi sono sostanzialmente analoghi a quelli della Fase di Movimentazione (descritti nella apposita scheda EF2, cui si rimanda), anche se spesso aggravati da condizioni operative critiche, che acuiscono le difficoltà ivi indicate.

B- PERFORAZIONE
L’utilizzo di perforatori manuali e meccanici si rende di norma necessario per l’abbattimento di porzioni rocciose o massi trovanti al fine di realizzare piste e piazzali, scoprire il giacimento, predisporre il fronte e le trincee. I relativi rischi sono sostanzialmente analoghi a quelli della Fase di Perforazione (descritti nelle apposite schede EF3.1 ed EF3.2, cui si rimanda), anche se spesso aggravati da condizioni operative critiche, “che acuiscono le difficoltà ivi indicate.

C- ABBATTIMENTO
L’utilizzo di esplosivi o tagliatrici per abbattere porzioni rocciose o massi trovanti al fine di realizzare piste e piazzali, scoprire il giacimento, predisporre il fronte o trincee. I relativi rischi sono sostanzialmente analoghi a quelli della Fase di Abbattimento (descritti nell’apposita scheda EF4, cui si rimanda), anche se spesso aggravati da condizioni operative critiche, che acuiscono le difficoltà ivi indicate. In particolare in questa fase possono inoltre essere utilizzati esplosivi ad alto potenziale, con maggior dispersione di polvere.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione (Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

Vantaggi	**Criticità**
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)	(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

Difficoltà
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

V a n t a g g i	**Criticità**
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)	(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
a- (Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

3 Organizzazione e procedure di lavoro

(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ (Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)	(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ (Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

V a n t a g g i	**Criticità**
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)	(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
(Vedi schede NIS EF2, EF3.1 e 3.2, EF4)

Fig.1: Preparazione e manutenzione sito di cava

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF2 – LF1
Estrazione: fase 2 movimentazione
Lavorazione: fase 1 movimentazione

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice cristallina libera (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).

Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- compiere una analisi delle misure di prevenzione e protezione inerenti all'attività lavorativa,
- valutare il rischio,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

1 SOSTITUZIONE;
RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Sostituzione

La sostituzione dell'agente non è praticabile.

Riduzione del rischio alla fonte

- Utilizzare acqua per una sistematica bagnatura di rampe, piste e piazzali, anche con impianti fissi per la nebulizzazione dell'acqua.

Fig.1. Varianti di sistemi di nebulizzazione con ugelli ad alta pressione

Allo scopo può essere utile ricorrere a sistemi per la generazione di aerosol micronizzati di acqua (cannone o nebulizzatori spray) per la sistematica umidificazione delle vie di transito (rampe piste piazzali), nonché cumuli di materiale lavorato o in lavorazione. Tale soluzione, di recente introduzione, consente un significativo abbattimento delle dispersioni secondarie di polveri e un basso consumo di acqua (importante in cava anche per possibili difficoltà di approvvigionamento), oltre a ridurre i rischi infortunistici indotti dalla bagnatura tradizionale.

Fig.2: Impianto di abbattimento mediante nebulizzazione di acqua ("cannone")

- Per le situazioni più difficoltose, al fine di evitare la diffusione di polveri, è possibile aggiungere additivi di stabilizzazione (in miscela con l'acqua);
- Evitare le dispersioni di polvere dai cumuli di materiale lavorati o in lavorazione, mantenendo costantemente umidificato il materiale depositato.

Vantaggi	Criticità
Una costante umidificazione riduce la generazione di polveri. La tecnologia da utilizzare è di semplice attuazione.	Possono essere necessarie, nella stagione secca, discrete quantità d'acqua.

D i f f i c o l t à
Bisogna controllare che le operazioni di umidificazione siano eseguite con modalità temporali idonee mediante l'uso di controlli automatizzati dell'umidità: inserendo sonde di rilevazione dell'umidità nel terreno, le quali automaticamente al bisogno attivano i sistemi di bagnatura. Garanzia di una costante presenza di acqua da utilizzare per la bagnatura.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo dell'esposizione a silice degli addetti

- Utilizzare macchine operatrici e mezzi di cantiere dotati di cabina a protezione del conducente con impianto di condizionamento e filtrazione dell'aria.

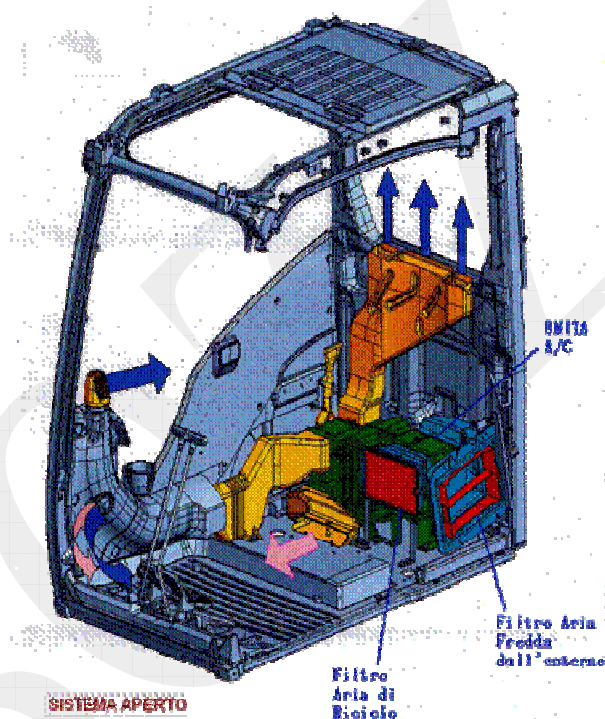



Fig.3: Schema di impianto di climatizzazione, ricircolo e filtrazione in cabina

- La cabina deve essere mantenuta in sovrapressione rispetto all'ambiente esterno. Si segnala la presenza sul mercato di macchine dotate di cabina (aria filtrata e condizionata) che montano sistemi che inibiscono l'utilizzo della macchina fino a quando l'operatore non abbia chiuso la cabina stessa e attivato i dispositivi di filtrazione e condizionamento dell'aria.

- Le unità filtranti debbono risultare efficaci rispetto a particelle di piccole dimensioni; in particolare rispetto le classi granulometriche della frazione respirabile. Utile, se non indispensabile, risulta l'installazione di un prefiltro di media efficienza che cattura le particelle di maggiori dimensioni ed un filtro principale per la frazione respirabile (può essere del tipo assoluto identificati classicamente come HEPA). Il sistema multistadio evita l'intasamento del filtro principale e garantisce una maggiore durata del filtro ad alta efficienza. L'utilizzatore deve richiedere le informazioni al fornitore indispensabili per l'applicazione d'uso.
- Le macchine commercializzate dopo l'emanzione della direttiva macchina (459/96) devono rispondere ai requisiti delle norme UNI EN 474-5 (macchine movimento terra e escavatori idraulici) UNI EN 474-3 (macchine movimento terra requisiti per caricatori) UNI EN474-6 macchine movimento terra autoribaltabili Dumper . Tali norme (ultime versioni del 1997) stabiliscono i requisiti per il posto operatore in cabina; in particolare impianto di ventilazione deve fornire un minimo di 43 m^3/h di aria fresca filtrata. Si ricorda che il filtro deve rispondere alle caratteristiche di cui alla norma ISO 10263-2:1994 (HEPA) e la scelta dell'elemento filtrante dipende dalle condizioni ambientali operative.
- Il controllo la pulizia e l'eventuale sostituzione dei filtri devono essere effettuate rispettando le indicazioni e la cadenza stabilita dal costruttore. Utile risulta un sistema di monitoraggio (sistema di controllo/allarme dell'impianto) tramite sensore (misuratore di pressione od altro) che segnali eventuale perdita di carico del filtro (si veda anche D.Lvo 626/94 art 33 comma 6). L'avviamento dell'impianto di condizionamento deve avvenire automaticamente all'accensione dell'automezzo.

Vantaggi	**Criticità**
La separazione in cabina di controllo o di guida del mezzo limita in termini rilevanti l'esposizione professionale Il sistema multistadio evita l'intasamento del filtro principale	Periodica manutenzione degli impianti di captazione e di depurazione dell'aria.

Difficoltà
Il sistema risulta efficace se si garantisce: - adeguata pulizia giornaliera delle cabine tramite sistemi aspiranti. - Manutenzione giornaliera del sistema prefiltrante posto a servizio del filtro di adduzione aria alla cabina.

3 Organizzazione e procedure di lavoro
per gli addetti per la riduzione dell'esposizione a silice

Procedure – Traffico veicolare interno e in ingresso

Pavimentare le vie di transito, e quando ciò risulti possibile anche i percorsi principali di rampe e piazzali non temporanei di cava

- Organizzare l'allontanamento di lavorazioni dalle vie di transito
- Differenziare, quando possibile, la viabilità dei mezzi da quella pedonale.
- Istituire regole per la circolazione dei mezzi all'interno dell'area, con segnaletica degli obblighi e delle limitazioni (percorsi obbligati e tragitti più brevi possibili)
- Limitare la velocità, anche con dispositivi (bande rilevate, cunette ect.).
- Bagnatura dei pneumatici con passaggio obbligatorio in lunghe vasche. Ciò evita in molte situazioni che la polvere venga trascinata dai pneumatici durante il movimento del mezzo.

V a n t a g g i	**Criticità**
Sono attività che svolte sotto la garanzia di una procedura vengono ottimizzate sul versante della salute e sicurezza	La corretta applicazione della procedura porta ad un contributo, non decisivo, alla limitazione della esposizione

D i f f i c o l t à
Va ricondotta alla consapevolezza del personale che deve attuare le procedure, che in alcuni casi (viabilità carico e scarico) non appartiene alla impresa. Le procedure devono essere implementate anche attraverso l'imposizione di comportamenti corretti.

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

L’esposizione a polveri contenenti Silice cristallina libera può essere assolutamente ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti secondo l’ordine di priorità assegnato, non è pertanto possibile prevedere l’uso di DPI per la fase di movimentazione preso in considerazione. L’unico ambito d’uso indispensabile dei DPI è legato all’esecuzione di operazioni di pulizia e manutenzione; in questi casi devono essere utilizzati, vista anche la durata limitata nel tempo, dispositivi a facciale pieno con filtrazione P3 (THP3) ed indumenti per la protezione del corpo. Ogni altra occasione per il contenimento di una esposizione straordinaria deve essere valutata e risolta mediante l’analisi della situazione specifica.

V a n t a g g i	**Criticità**
Nel caso di pulizia e manutenzione sono un ausilio indispensabile per contenere le quantità di polvere inalate. Obbligo d’uso	

D i f f i c o l t à
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all’uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione dei DPI.

Allegato
Riferimenti

- OSHA U.S. Departement of Labor “Dust Control handbook for minerals process” Capitoli 2; 3; 4, 5 e 7 - http//www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/dust_control_handbook.htlm
- **schede nepsi, in particolare n. 2.2.28, e 2.2.35 2.2.36**
- INRS. “Guide pratique de ventilation” | 17 | ED 767 “Emploi de materiaux pulverulentes” Guida generale sulla limitazione della polverosità in ambiente di lavoro. In Dossier Tecnique n° 1 a pagg. 17 e 18 vengono fornite linee generali di intervento http//www.inrs.fr - richiamare nella finestra recherche : ED 767
- Abbattimento di rocce ed estrazione di sabbia e ghiaia. http//www.suva.ch/suvapro
- Lista di controllo Vie di circolazione pedonale nelle imprese dell’estrazione di inerti http//www.suva.ch/suvapro

- Franzinelli A., Odorizzi S., De Santa A., Ierace F., Ragazzi M. “Nebulizzazione d’acqua per l’abbattimento di polveri: sperimentazione in un cantiere in sotterraneo” – 14° Convegno di Igiene Industriale – Le Giornate di Corvara – AIDI Sez.Triveneta –1-4 aprile 2008.
- De Santa A.: “Nebulizzazione d’acqua per l’abbattimento di polveri: sperimentazione in un piazzale di industria estrattiva” – Progetto Salute – Trento – 2007.

ALLEGATO:
APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Tab.1: Cava: raffronto 2006-1987 Concentrazioni polvere e quarzo respirabili per fase e lavorazione

FASE	**Gruppo Lavoro Polv.Resp.** [mg/m^3]	**C**	**ANNI 80-90 Polv.Resp.** [mg/m^3]	**C**	**Gruppo Lavoro Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**ANNI 80-90 QuarzoResp.** [mg/m^3]	**C**	**G**
Movimentazione							(23%)		
- Escavatore cingolato	0.80	2	1.11	3	0.112	4	**Na**	-	**4**

Tab.2: Cava e Laboratorio: raffronto INAIL-ASL di polvere respirabile e quarzo per fase di lavoro

FASE	**Gruppo Lavoro Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Polv. Resp.** [mg/m^3]	**N° dati**	**C**	**Gruppo Lavoro Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Quarzo Resp.** [mg/m^3] (Stima)	**C**	**G**
Movimentazione										
- movimentazione	0.43	1	0.51	19	1-2	0.010	1	0.049	2	**1**

Tab.3a e 3b: Sperimentazione in galleria mineraria di impianti di abbattimento polveri con sistemi di nebulizzazione (da: Franzinelli A.,Odorizzi S., De Santa A., Ierace F., Ragazzi M."Nebulizzazione d'acqua per l'abbattimento di polveri: sperimentazione in un cantiere in sotterraneo" – AIDI – Giornate di Corvara 2008 – 01-04/04/08).

Impianto A

punto di misura	FR (mg/mc)	data campionamento	abbattitore ad umido attivo/non attivo	efficienza abbattimento
posizione 1	3,933	26-feb-08	□	**44,19%**
30m dal fronte	7,047	26-feb-08	□	
posizione 2	2,363	26-feb-08	□	**31,90%**
Camp.personale	3,470	26-feb-08	□	

Impianto B

punto di misura	FR (mg/mc)	data campionamento	abbattitore ad umido attivo/non attivo	efficienza abbattimento
posizione 3	1,137	30-mag-07	□	**82,88%**
50 m dal fronte	6,642	01-mar-07	□	
posizione 2	0,895	30-mag-07	□	**76,99%**
Camp.personale	3,889	01-mar-07	□	
posizione 1	1,975	30-mag-07	□	**87,32%**
30m dal fronte	15,581	01-mar-07	□	

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF3.1
Estrazione: fase 3 perforazione
Perforazione manuale

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice cristallina libera (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto di un criterio di priorità nell'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato; a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento alle tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticità di comparto nelle schede stesse proposta;
- sempre con l'ausilio delle schede proposte, condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata;
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte;
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

La più privilegiata
Ordine di priorità della scelta
INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituzione dell'agente pericoloso
riduzione del rischio alla fonte
Adozione di sistemi di controllo impiantistico (aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Compartimentazione e cabine
Adozione di sistemi organizzativi dell'attività produttiva e di idonee pratiche di lavoro
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale
La meno privilegiata

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri nella perforazione. In fase preliminare si possono citare:

- → utilizzo esclusivo di utensili di taglio affilati secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili, o i metri di foro indicati dall'esperienza (da ricavare caso per caso) oltre i quali occorre riaffilare l'utensile questo non deve essere più utilizzato.
- → utilizzo, se disponibile dal punto di vista della tecnologia e se possibile nelle condizioni presenti sul luogo di lavoro, di perforatore manuale con spurgo ad acqua, eventualmente addizionata di tensiomodificatori
- → utilizzo preferenziale di perforatori idraulici rispetto a perforatori pneumatici (la maggior efficienza dei primi a parità di metri perforati riduce il tempo di esposizione);
- → utilizzo di sistemi di bagnatura ad acqua nebulizzata focalizzati a boccaforo:
- → pulizia frequente delle zone prossima al punto di perforazione;

Vantaggi	Criticità
◆ La corretta affilatura dell'utensile di perforazione (fioretto) consente la produzione di particelle più grossolane con minor dispersione di polveri fini; consente inoltre di procedurare e controllare la necessità di manutenzione.	◆ Necessità di avere a disposizione batterie di utensili affilati, di predisporre una zona di stoccaggio e manutenzione degli utensili da affilare, di dedicare personale a questa attività.
◆ l'utilizzo di sistemi con spurgo ad acqua non riduce di per se la polvere prodotta, ma ne consente la bagnatura direttamente a fondo foro dove la polvere viene prodotta;	◆ Necessità di predisporre un punto di distribuzione dell'acqua in pressione nelle zone di perforazione.
◆ l'utilizzo di tensiomodificatori amplifica le prestazioni del punto precedente e consente una riduzione del consumo di acqua;	◆ Necessità di analizzare il rischio di contaminazione ambientale derivante dall'eventuale utilizzo di tensiomodificatori.
◆ la bagnatura a boccaforo e nelle zone limitrofe, nonché la frequente pulizia delle stesse, non riduce la produzione di polvere, ma ne limita la dispersione nel punto in cui la polvere si aerodisperde.	◆ La bagnatura può creare pericoli di sicurezza (scivolamenti) in posizioni difficoltose (scarpate, aree scoscese o prospicienti al vuoto). ◆ Possono aumentare i tempi necessari per effettuare la perforazione.

Difficoltà
◆ Rifornimento di utensili affilati dalla postazione di manutenzione a quella di lavoro.
◆ Trasporto e collocazione delle attrezzature per la bagnatura, per la pulizia e per lo stoccaggio della polvere recuperata in aree difficili
◆ Aumento dei costi della perforazione in relazione ad un maggior impegno del personale o all'utilizzo di tecniche e tecnologie con azionamento o spurgo idraulico (eventualmente con tensiomodificatori)

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

In quanto lavorazione prevalentemente effettuata a secco con perforatore manuale, comporta elevata dispersione di polvere; la forzata distanza ravvicinata dell'operatore dall'utensile e dalla sorgente genera una esposizione molto elevata.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

➲ **Aspirazione alla fonte**

Le soluzioni disponibili sul mercato non sono numerose ed il loro studio andrebbe incentivato. L'impianto più in uso è costituito da cappa aspirante a boccaforo ("*cappellotto*"), collegata da tubo flessibile di convogliamento a impianto aspirante mobile dotato di dispositivi di abbattimento della polvere captata (ciclone/i pneumatico/i, filtri a maniche).

Sarebbero da privilegiare sistemi di stoccaggio della polvere captata a fine circuito, costituiti da contenitori rigidi collegati a tenuta al condotto terminale di scarico; in questo senso occorre siano messi a punto protocolli per la gestione delle polveri abbattute e stoccate, che dovrebbero essere rimosse dalla zona di perforazione e smaltite in modo da evitarne il risollevamento.

Nonostante il dispositivo non limiti in termini risolutivi la dispersione di polveri, le misurazioni effettuate fanno ipotizzare una considerevole riduzione dell'esposizione degli addetti e degli altri lavoratori operanti in zona (fino a 4÷5 volte).

Occorrerebbe studiare l'esistenza di sistemi di aspirazione che consentano di sollevare automaticamente la cappa in fase di intestazione del foro e/o di sostituzione e cambio delle aste, e di calarla a bocca foro ad inizio perforazione.

- Utilizzo di sistemi per la generazione di aerosol

L'abbattimento della polvere per mezzo dell'acqua si è dimostrato efficace in molte condizioni lavorative. Questo impiego ha tuttavia qualche svantaggio dovuto soprattutto alla necessità di utilizzarne notevoli volumi d'acqua con ovvie interferenze nell'attività lavorativa (eccessiva bagnatura dell'area di lavoro, consumi elevati, scarsa disponibilità in alcune zone di lavoro come le cave). L'impiego di aerosol di acqua ad alta pressione consente di ridurre notevolmente i consumi (da meno di 1 a massimo 2 litri al minuto) e quindi anche l'impatto sfavorevole sulla bagnatura della zona di lavoro ma assicurando un buon potere abbattente sulle polveri.

Questa soluzione è stata utilizzata come dispositivo di abbattimento aggiuntivo alla captazione mediante aspirazione localizzata su una serie di macchine per la tranciatura di binderi di porfido (vedi scheda LF 6.1). Le prime campagne di misura indicano una buona riduzione delle concentrazioni di polveri respirabili sugli addetti alla tranciatura (25 ÷40% di riduzione) in presenza di sistema di aspirazione localizzata attivo.

Le possibilità applicative di questa tecnologia nella perforazione sono state descritte nella scheda relativa alla perforazione condotta mediante perforatrici automatizzate (SCHEDA EF3.2).

Più ardue, a causa dell'ingombro dei diversi elementi del sistema, paiono al momento essere le possibilità di applicazione di questa tecnologia al caso della perforazione condotta mediante perforatrici manuali. Si vuole sottolineare che la tecnologia è in forte sviluppo ed è probabile che in un futuro assai prossimo vengano progettati e resi disponibili su mercato generatori di aerosol applicabili anche a questa lavorazione. Compito dei datori di lavoro è pertanto quello di tenersi informati sugli sviluppi di questa tecnologia, visti i risultati confortanti circa le possibilità di abbattimento della quotaparte di dispersioni non captate dai dispositivi di aspirazione localizzata.

Vantaggi	Criticità
◆ Dispositivo applicato alla propagazione primaria (boccaforo). ◆ Dispositivo mobile e facilmente trasportabile e quindi adatto a postazioni di lavoro non stazionarie. ◆ Le misure effettuate fanno ipotizzare un significativo contenimento della dispersione alla propagazione primaria che riduce significativamente l’esposizione (4÷5 volte), con beneficio per l’addetto, per le lavorazioni limitrofe e verso l’esterno. . ◆ L’introduzione di nebulizzatori, che ha dimostrato la sua efficacia in altre lavorazioni lapidee (20-40% di abbattimento), anche nella perforazione manuale potrebbe abbattere la quotaparte di dispersione non captata dai dispositivi di aspirazione localizzata.	◆ Relativo maggiore ingombro delle attrezzature con qualche limitazione della visibilità del foro ◆ Necessità di riposizionamento del dispositivo ad ogni sostituzione del fioretto o cambio di postazione. ◆ Possibilità di condense (goccioline di aria umida e di olio proveniente dal lubrificatore di linea) all’interno del tubo d’eiezione in impianti non ottimizzati (ventilatore indipendente che garantisce la portata e separatore a spugna metallica per l’olio). ◆ Possibili dispersioni residue a causa della insufficiente portata e diametro dei dispositivi commerciati. ◆ Contenimento dell’esposizione non risolutivo per l’addetto (contestuale necessità di DPI), ma buono per le lavorazioni limitrofe. ◆ Difficoltà di applicazione della tecnologia alla perforazione manuale e relativo ingombro dei diversi elementi del sistema.

Difficoltà
◆ Vincoli di trasporto, collocazione, uso e manutenzione delle attrezzature in aree difficili (luoghi impervi, aree scoscese, massi trovanti ect). ◆ Asportazione delle eventuali condense dal collettore; influenza di basse temperature ed elevata umidità sulla frequenza degli episodi di condensa (vedi indicazioni di ottimizzazione). ◆ aumento dei costi della perforazione in relazione all’utilizzo di tecnologie più efficienti (sistemi di controllo delle prestazioni del sistema di aspirazione)

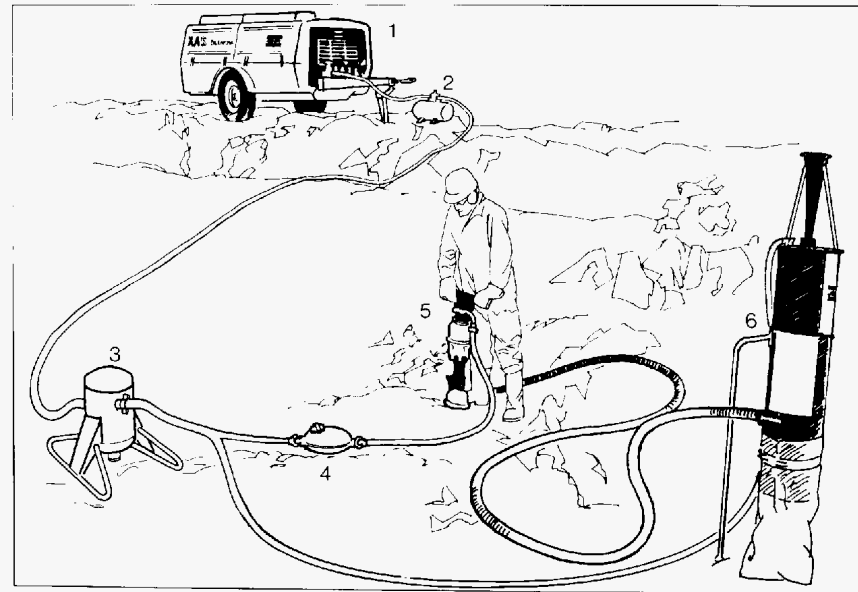



Fig. 8:3 Temporary air distribution for smaller-scale installation
1. compressor
2. alcohol dispenser
3. water separator
4. lubricator
5. silenced breaker
6. dust collector

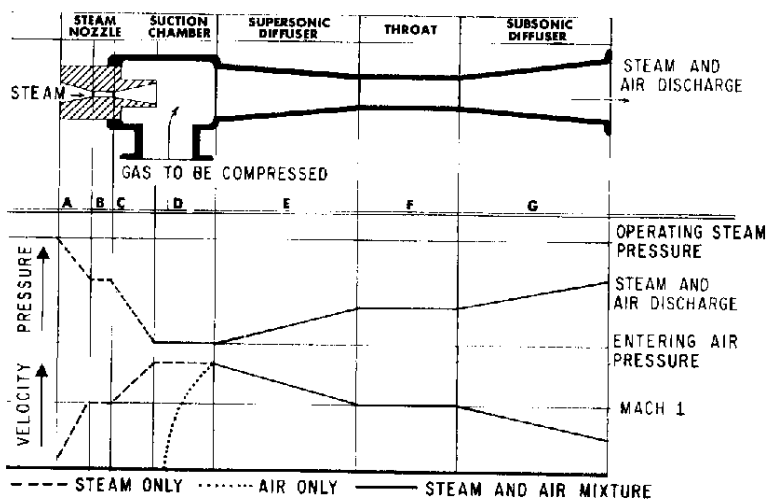



diagram of the pressure and velocity variations within a steam jet ejector handling air.

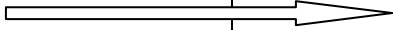
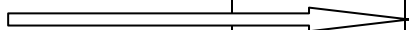
3 Organizzazione e procedure di lavoro

- Razionalizzazione degli spazi funzionali nell'area di lavoro, mantenendo ad opportuna distanza le altre lavorazioni.
- Riduzione al minimo delle macchine operanti contemporaneamente in posizioni finitime in spazi confinati.
- Adozione di specifiche procedure di lavoro per:
  - a- il periodico controllo del circuito di aspirazione con indicazioni precise circa la manutenzione in caso di deviazioni delle prestazioni o di guasto; in particolare occorre sostituire per tempo i contenitori di stoccaggio a tenuta della polvere captata a fine circuito;
  - b- la gestione delle polveri abbattute e stoccate: dovrebbero essere rimosse dalla zona di perforazione e smaltite in modo da evitarne il risollevamento;
  - c- la frequente bagnatura delle zone circostanti i punti di perforazione e l'asportazione delle polveri residue.
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e frequente lavaggio degli abiti di lavoro a cura del Datore di Lavoro.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Allontanare le altre lavorazioni riduce le esposizioni indebite. ◆ La frequente pulizia dell'area contigua al foro riduce la possibilità di risollevamento delle polveri per effetto del meccanismo pneumatico dell'utensile e per l'azione di agenti esterni. ◆ Una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro e in ipotesi consente un più razionale svolgimento delle attività. ◆ L'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza, anche assicurando la costante efficienza dei dispositivi di captazione ed abbattimento delle polveri prodotte e di conseguenza quelle degli utensili di perforazione. ◆ L'utilizzo	◆ Allontanare le altre lavorazioni introduce la necessità di una conseguente organizzazione del lavoro.

D i f f i c o l t à
◆ L'allontanamento delle lavorazioni contigue è vincolato dagli spazi operativi disponibili ◆ Possibile difficoltà di ubicazione degli apprestamenti di servizio. ◆ Costi aggiuntivi per apprestamenti di servizio (spogliatoi ect) e per la pulizia degli indumenti di lavoro.

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera Cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, rispettando l'ordine di priorità assegnato.
In considerazione degli elevati livelli di esposizione riscontrati anche le soluzioni indicate possono rendere comunque necessario l'utilizzo di adeguati DPI a protezione delle vie respiratorie da parte dell'addetto alla perforazione; il loro utilizzo da parte di altri addetti andrà valutato sulla base della distanza degli stessi dalla postazione di perforazione e dai movimenti di aria nell'area.

- ➲ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001), esclusivamente con valvola di espirazione, con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- ➲ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia ed alla azione dei preposti.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ l'uso dei dpi assicura, in abbinamento alla adozione delle soluzioni di prevenzione di cui sopra, una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche, tecnologie e soluzioni procedurali citate a concentrazione anche estremamente elevate;	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso).

D i f f i c o l t à
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie; i preposti devono rispettarla e farla rispettare. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso e conservazione) dei DPI. Garantire il costante utilizzo del DPI in condizioni prolungate con concomitante sforzo fisico Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio operativo) a proteggersi da esposizioni indebite

Tabella con le indicazioni per la scelta della tipologia dei DPI in relazione all'attività:

Attività	**Facciale Filtrante**	**Semimaschera**	**Maschera intera**	**Elettrorespitratore**	**Con adduzione di aria esterna**
Perforazione manuale		→	→		
lavorazioni adiacenti < a		→	→		

Allegato
Riferimenti

- "Good Practice guide" (http//www.nepsi.eu/)
- "Preventing Silicosis and Death in Rock Drillers" DHHS NIOSH Publication No 92-107 Agosto 1992
- m.patrucco: sicurezza ed ambiente di lavoro - vol 2 parte 4, l'inquinamento da particolati aerodispersi negli ambienti di lavoro: valutazione e gestione, marzo 2002, collana politeko, torino, isbn 88-87380-29-5
- s.francese, m.patrucco, g.scioldo: "workers exposure to airborne particulates in opencast and underground mining operations: a database approach for risk assessment and management", data mining iii conference 2002, bologna, 25-27 settembre 2002, proceedings, p. 829-838, wit press, isbn 1-85312-925-9, issn 1470-6326
- Articolo: "Workers' health and safety conditions in the stone sector: a research program on noise and airborne dust technical evaluation and control" – C. Cigna, S. Francese, S. Nobile, M. Patrucco, F. Lembo, A. Giglietta – Convegno MPES (Mine Planning and Equipment Selection) 2006 – Torino - 20-22 settembre 2006 - – Book of Abstract pag. 707.
- u.s. department of labor mine safety and health administration, all'indirizzo www.msha.gov
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di perforazione.

ALLEGATO:

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

PERFORAZIONE: Perforazione manuale

L'utilizzo di cappa aspirante a boccaforo, collegata ad un ciclone aspirante (e ad un eventuale prefiltro), consente un discreto abbattimento delle concentrazioni di polveri (4.2 volte) e di abbassare il grado di criticità; seppur necessiti comunque l'utilizzo di DPI di classe P3, ha l'evidente vantaggio di contenere la dispersione di polveri alla fonte, tutelando così anche gli addetti che operano nelle vicinanze.

Tab.1: Raffronto polvere respirabile e quarzo respirabile nella perforazione manuale in cava

UTENSILE	1987 Polvere respirabile [mg/m^3]	1987 Quarzo respirabile [mg/m^3]	2006 Polvere respirabile [mg/m^3]	2006 quarzo respirabile [mg/m^3]	Abbatt. N° volte	Classe di criticità
Perforatore non aspirato	6,3	1,6	4,10	0,697	-	5
Con cappa aspirante a boccaforo	2,9	0,7	0,98	0,167	4.2	4

Tab.2: Risultati dell'applicazione di sistemi nebulizzanti in altre lavorazioni lapidee (2007)

UTENSILE	Polvere respirabile [mg/m^3]	Quarzo respirabile [mg/m^3]	Abbatt. N° volte
Trance tradizionali	-	-	-
Grance con sistema di nebulizzazione	-	-	25-40%

L'abbattimento della polvere per mezzo dell'acqua si è dimostrato efficace in molte condizioni lavorative. Questo impiego ha tuttavia qualche svantaggio dovuto soprattutto alla necessità di utilizzarne notevoli volumi d'acqua con ovvie interferenze nell'attività lavorativa (eccessiva bagnatura dell'area di lavoro, consumi elevati, scarsa disponibilità in alcune zone di lavoro come le cave). L'impiego di aerosol di acqua ad alta pressione consente di ridurre notevolmente i consumi (da meno di 1 a massimo 2 litri al minuto) e quindi anche l'impatto sfavorevole sulla bagnatura della zona di lavoro ma assicurando un buon potere abbattente sulle polveri.

Questa soluzione è stata utilizzata come dispositivo di abbattimento aggiuntivo alla captazione mediante aspirazione localizzata su una serie di macchine per la tranciatura di binderi di porfido (vedi scheda LF 6.1). Le prime campagne di misura indicano una buona riduzione delle concentrazioni di polveri respirabili sugli addetti alla tranciatura (25 ÷40% di riduzione) in presenza di sistema di aspirazione localizzata attivo.

Fig.1-2-3: Perforazione manuale classica e con aspirazione a boccaforo

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF3.2
Estrazione: fase 3 perforazione
Perforazione con perforazione meccanizzata

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

La più privilegiata
Ordine di priorità della scelta
INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte
Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine
Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro
INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale
La meno privilegiata

1 SOSTITUZIONE;
RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante l’attività di perforazione. In fase preliminare si possono citare:

→ utilizzo esclusivo di utensili di taglio affilati secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell’utensile indicate dal costruttore come accettabili, o i metri di foro indicati dall’esperienza (da ricavare caso per caso) oltre i quali occorre riaffilare l’utensile questo non deve essere più utilizzato.

→ utilizzo, se possibile nelle condizioni presenti sul luogo di lavoro, di perforatrici con spurgo ad acqua eventualmente addizionata di tensiomodificatori: lo spurgo ad acqua non interviene solo sulla bagnatura dello sfrido <intervento sulla propagazione> ma da’ luogo ad una asportazione piu’ efficiente dello stesso, con conseguente contenimento delle sovramacinazioni;

→ utilizzo preferenziale di perforatrici idrauliche rispetto a perforatrici pneumatiche (a parità di metri perforati si riduce il tempo di esposizione, data la maggiore efficienza di queste macchine).

NB: per una miglior leggibilità della scheda l’analisi delle tecnologie utilizzanti spurgo ad acqua, anche se queste costituiscono prevalentemente intervento sulla produzione di polveri e pertanto alla fonte, è stata affrontato nell’Allegato 2.

Vantaggi	**Criticità**
◆ La corretta affilatura dell’utensile di perforazione (bit indipendente o solidale all’asta) consente la produzione di particelle più grossolane con minor dispersione di polveri fini consente inoltre di procedurare e controllare la necessità di manutenzione;	◆ Necessità di avere a disposizione batterie di utensili affilatI, di predisporre una zona di stoccaggio e manutenzione degli utensili da affilare, di dedicare personale a questa attività;
◆ l’utilizzo di sistemi con spurgo ad acqua riduce di per se la polvere prodotta e ne consente la bagnatura direttamente a fondo foro dove la polvere viene prodotta	◆ necessità di adottare macchina attrezzate con serbatoi e sistemi di iniezione dell’acqua;
◆ l’utilizzo di tensiomodificatori amplifica le prestazioni citate al punto precedente e consente una sostanziale riduzione del consumo di acqua;	◆ Necessità di analizzare il rischio di contaminazione ambientale derivante dall’eventuale utilizzo di tensiomodificatori

Difficoltà

◆ Eventuale collettamento delle acque di lavorazione

◆ Aumento dei costi della perforazione in relazione ad un maggior impegno del personale od all’utilizzo di tecniche e tecnologie con azionamento o spurgo idraulico (eventualmente con tensiomodificatori)

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

Estrazione: Fase3: Perforazione - Perforazione meccanizzata

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

La perforazione meccanizzata, se non opportunamente protetta, comporta dispersione di polvere molto elevata**.** La posizione dell'operatore non risulta necessariamente fissa, ma le operazioni di asservimento e controllo ravvicinate alla zona di lavorazione dell'utensile possono su macchine non automatizzate essere frequenti; l'esposizione dell'operatore potrebbe quindi in taluni casi rimanere comunque elevata.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

le possibili tecniche / tecnologie di intervento preventive possono essere così sintetizzate in ordine di priorità (l'utilizzo di una tecnica non esclude quello di un'altra, anzi, i migliori risultati si ottengono mediante utilizzo combinato delle diverse tecniche / tecnologie);

- abbattimento delle polveri mediante spurgo ad acqua (nonostante sia una tecnica che costituisce intervento alla sorgente, in quanto agente sulla produzione di polveri a fondo foro, l'analisi delle tecnologie è stata spostata in questo allegato per una miglior leggibilità della scheda);
- contenimento della dispersione di polveri da boccaforo con specifiche attrezzature;
- adozione di macchine dotate di cabine di comando con immissione di aria filtrata o di sistemi separati di controllo a distanza che consentono la remotizzazione dell'addetto in cabina;
- utilizzo di generatori di aerosol in prossimità del punto di perforazione;
- pulizia frequente delle zone prossima al punto di perforazione.

<u>1 abbattimento delle polveri mediante spurgo ad acqua</u>

Le soluzioni commercialmente disponibili sono le seguenti:

- **Perforatrice semovente cabinata con sistema di abbattimento ad acqua alla fonte** (spurgo ad acqua sull'utensile). È costituita da un escavatore cabinato dotato di impianto di riciclo e filtrazione aria, che monta sulla guida di perforazione un sistema di abbattimento con spurgo d'acqua (esistono modelli che consentono di effettuare lo spurgo del materiale sia ad acqua sia ad aria e consentono di utilizzare l'impianto di aspirazione anche in caso di spurgo ad acqua.
- **Perforatrici fisse o semoventi con sistema di abbattimento a spurgo ad acqua**. Si tratta di macchine, pneumatiche o idrauliche, installate su rotaia o montate su mezzo semovente con consolle di comando allocabile a una certa distanza dalla zona di perforazione che monta un utensile di perforazione con possibilità di spurgo ad acqua. Su questa tecnologia è stata segnalata la possibilità di integrare all'acqua di spurgo l'utilizzo di tensiomodificatori per diminuire ulteriormente le possibilità di dispersione.

Fig.1: Perforatrice con spurgo d'acqua

Esempi:
Le campagne di misure effettuate indicano per entrambe le soluzioni una buona riduzione della dispersioni di polveri alla fonte con beneficio anche per le lavorazioni circostanti:

Nella soluzione con cabina pressurizzata e climatizzata è stata osservata una riduzione della esposizione a quarzo respirabile fino a 250 volte. La soluzione sembra pertanto risolutiva per la protezione dell'addetto.
Nella soluzione non cabinata è stato invece osservato garantisce un abbattimento minore (fino a 40 volte) e non completamente risolutivo, dato che gli addetti restano esposti direttamente ad areosol e poi al risollevamento delle polveri depositate, una volta essiccate.

2. Contenimento della dispersione con specifiche attrezzature

- Le soluzioni disponibili sul mercato sono molteplici, ma caratterizzate da diverso costo e diversa efficacia preventiva: in ogni caso si ritiene imprescindibile che le perforatrici siano dotate di impianto di abbattimento a boccaforo, con cappa aspirante accoppiata all'utensile, in quanto trattasi di lavorazione con dispersione di polvere molto elevata.

Le soluzioni commercialmente disponibili sono le seguenti:

a) **Perforatrice semovente cabinata, con aspirazione localizzata a boccaforo**. È costituita da un mezzo cabinato, dotato di impianto di riciclo, filtrazione e climatizzazione dell'aria, che monta sulla guida di perforazione un sistema di aspirazione costituito da una cappa aspirante allocalabile a boccaforo, collegata da un tubo flessibile all'impianto di aspirazione, abbattimento (ciclone pneumatico e filtro) e stoccaggio delle polveri captate (esistono modelli che accoppiano allo spurgo ad aria ed aspirazione la possibilità di effettuare lo spurgo ad acqua).

b) **perforatrici fisse o mobili non cabinate con aspirazione localizzata ad aria**. si tratta di macchine, installate su rotaia o su mezzo semovente con consolle di comando allocabile a una certa distanza dal punto di perforazione, che montano sulla guida di perforazione un sistema di aspirazione costituito da una cappa aspirante allocabile a boccaforo, collegata da un tubo flessibile all'impianto di aspirazione, abbattimento (ciclone pneumatico e filtro) e stoccaggio delle polveri captate (esistono modelli che accoppiano allo spurgo ad aria ed aspirazione la possibilità di effettuare lo spurgo ad acqua).

Entrambe le soluzioni garantiscono una buona riduzione della dispersioni di polveri alla fonte con beneficio anche per le lavorazioni circostanti.

esempi: le campagne di misure effettuate indicano:
per la soluzione con cabina pressurizzata e climatizzata (scrivi se idraulica o pneumatica) è stata osservata una riduzione della esposizione a quarzo respirabile fino a 180 volte. la soluzione sembra pertanto risolutiva per la protezione dell'addetto;
per la soluzione perforatrice idraulica semovente non cabinata con spurgo ad aria ed aspirazione a bocca foro è stato osservato un abbattimento dell'ordine del 95% sulla polvere respirabile e totale rispetto ad una situazione di assenza dell'impianto di aspirazione. e' stato inoltre osservato che in presenza di deviazioni dal funzionamento standard dell'impianto di aspirazione stesso ed in ragione della polvere aerodispersa durante il cambio delle aste di perforazioni le percentuali di riduzione citate scendono anche a meno del 90% per polvere e quarzo respirabile e per polvere totale.

nb tutte le soluzioni che prevedono aspirazione con cappa aspirante a boccaforo dovrebbero essere dotate di:

→ sistema di sollevamento automatico della cappa durante le operazioni di intestazione del foro
→ calaggio a tenuta della cappa aspirante a bocca foro durante le operazioni di perforazione
→ sollevamento della cappa (con aspirazione comunque funzionante) e blocco dello spurgo

eventuale ad aria durante le operazioni di sostituzione delle aste

→ opzionale ma molto importante: sistemi di allarme e blocco della perforazione in caso guasti quali la rottura del sistema di stoccaggio delle polveri captate

→ sistemi di stoccaggio delle polveri captate ed abbattute di tipo rigido connessi a tenuta al circuito terminale di scarico delle polveri filtrate

inoltre occorre siano messi a punto protocolli per la gestione delle polveri abbattute e stoccate: dovrebbero essere rimosse dalla zona di perforazione e smaltite in modo da evitarne il risollevamento

Generatori di aerosol (sistemi di nebulizzazione d’acqua localizzati a bocca foro)

L’abbattimento della polvere per mezzo dell’acqua si è dimostrato efficace in molte condizioni lavorative. Questo impiego ha tuttavia qualche svantaggio dovuto soprattutto alla necessità di utilizzare notevoli volumi d’acqua con ovvie interferenze nell’attività lavorativa (eccessiva bagnatura dell’area di lavoro, consumi elevati, scarsa disponibilità in alcune zone di lavoro come le cave). L’impiego di aerosol di acqua ad alta pressione consente di ridurre notevolmente i consumi (da meno di 1 a massimo 2 litri al minuto) e quindi anche l’impatto sfavorevole sulla bagnatura della zona di lavoro ma assicurando un buon potere abbattente sulle polveri.

Questa soluzione è stata utilizzata come dispositivo di abbattimento aggiuntivo alla captazione mediante aspirazione localizzata su una serie di macchine per la tranciatura di binderi di porfido (vedi scheda LF 6.1). In questo contesto sono state effettuate le seguenti misure di concentrazione di polvere respirabile (mediante campionamenti personali sull’addetto alla tranciatura):

- ad impianto di nebulizzazione attivo ed inattivo con aspirazione localizzata funzionante
- ad impianto di nebulizzazione attivo ed inattivo con aspirazione localizzata non funzionante.

Dai primi risultati si possono trarre le seguenti considerazioni:

- l’impianto di nebulizzazione deve essere orientato in modo tale che la nube di acqua micronizzata si disperda nello spazio compreso tra la zona in cui la trancia sollecita il semilavorato e l’addetto alla macchina e pertanto una sua applicazione alla perforazione meccanizzata potrebbe essere costituita dal posizonamento di una serie di ugelli (da 4 a 6) con diametro ciascuno di 150-200 μm ad un’altezza compresa fra 50 e 80 cm rispetto al punto di perforazione (per esempio utilizzando una corona aperta ancorata all’elemento perforante)
- in queste condizioni è stata osservata una buona riduzione (dal 25 al 40%) dei livelli di concentrazione di polvere respirabile;
- in assenza di aspirazione localizzata l’efficienza di abbattimento è ridotta e quindi la generazione di aerosol deve essere utilizzata con aspirazione localizzata attiva;
- se il dispositivo disperde aerosol solo sul punto di sollecitazione del semilavorato l’efficienza di abbattimento è ridotta.

Il sistema osservato consiste di due ugelli nebulizzatori ubicati sui due lati della zona di lavoro della tranciatrice. Gli ugelli sono alimentati da una pompa ad alta pressione. L’utilizzatore del sistema ha inoltre temporizzato la nebulizzazione in modo tale che questa fosse attiva solo in concomitanza alla tranciatura del semilavorato.

In base alle considerazioni espresse il sistema potrebbe essere utilizzato come dispositivo aggiuntivo per contenere quotaparte della polvere dispersa a bocca foro e non abbattuta dai sistemi di aspirazione presenti sulle perforatrici a secco. In particolare potrebbe essere utilizzato durante la fase di sostituzione delle aste, che, come descritto, prevede il sollevamento della cappa di aspirazione a bocca foro con conseguente dispersione di polvere a causa della non interruzione del sistema di spurgo ad aria. Ovviamente risultati migliori si otterrebbero se il sistema di spurgo ad aria fosse del tutto disattivato durante la sostituzione delle aste.

Fig.2: Perforatrice con aspirazione a boccaforo

- **3. Macchine dotate di cabine di comando con immissione di aria filtrata o di sistemi separati di controllo a distanza che consentono la remotizzazione dell'addetto in cabina**

La soluzione commercialmente disponibile e monitorata mediante campagne di misura è rappresentata dalla perforatrice semovente cabinata, senza sistemi di aspirazione alla fonte. È costituita da un mezzo semovente a cabina pressurizzata, che monta un perforatore pneumatico sul suo braccio.

Trattasi di soluzione insufficiente, in quanto non protettiva per gli eventuali addetti chiamati a svolgere l'attività nell'ambito circostante; inoltre l'impianto di filtrazione, pressurizzazione e climatizzazione della cabina e è sottoposto ad un carico molto superiore a quello con aspirazione alla fonte.

4 Bagnatura e pulizia della zona a boccaforo

- la bagnatura a boccaforo e nelle zone immediatamente limitrofe nonché la frequente pulizia delle stesse non riduce la produzione di polvere ma ne limita la dispersione nel punto di in cui la polvere prodotta si aerodisperde;.
- La bagnatura può creare pericoli di sicurezza (scivolamenti) in posizioni difficoltose (scarpate, aree scoscese o prospicienti al vuoto).
- Possono aumentare i tempi necessari per effettuare la perforazione

Vantaggi	Criticità
Perforatore cabinato con sistema di spurgo ad acqua ◆ Dispositivo applicato alla fonte con remotizzazione dell'addetto. ◆ La cabina, combinata al dispositivo di abbattimento con spurgo d'acqua, limita in termini risolutivi l'esposizione a polveri sia per l'operatore che per gli addetti ad operazioni limitrofe (abbattimento delle polveri di quarzo rispetto alle perforatrici tradizionali è fino a 250 volte).	**Perforatore cabinato con sistema di spurgo ad acqua** ◆ durante il periodo invernale possibilità di congelamento dei dispositivi di abbattimento ad acqua (occorre disporre soluzioni per evitare il congelamento: additivi). ◆ Necessità di analisi circa il rischio di contaminazione ambientale in caso di utilizzo di specifici tensiomodificatori

◆ Su questa tecnologia è stata segnalata la possibilità di integrare all'acqua di spurgo l'utilizzo di tensiomodificatori per diminuire ulteriormente le possibilità di dispersione	
Perforatore fisso o mobile con sistema di spurgo d'acqua ◆ Dispositivo applicato alla fonte. ◆ Le misure effettuate indicano che la perforatrice con abbattimento ad acqua produce una buona, ma non risolutiva, riduzione delle polveri di quarzo rispetto alle perforatrici tradizionali (circa 40 volte). ◆ Su questa tecnologia è stata segnalata la possibilità di integrare all'acqua di spurgo l'utilizzo di tensiomodificatori per diminuire ulteriormente le possibilità di dispersione	**Perforatore fisso o mobile con sistema di a spurgo d'acqua** ◆ L'abbattimento delle polveri è significativo ma non risolutivo, sia per la presenza di aerosol primari che per il successivo risollevamento delle polveri essiccate. ◆ Tale soluzione necessita quindi l'integrazione della protezione dell'addetto, con adeguati DPI durante le operazioni in prossimità dell'utensile. ◆ durante il periodo invernale possibilità di congelamento dei dispositivi di abbattimento ad acqua (occorre disporre soluzioni per evitare il congelamento: additivi). ◆ Necessità di analisi circa il rischio di contaminazione ambientale in caso di utilizzo di specifici tensiomodificatori
Perforatore cabinato senza sistema di aspirazione e spurgo ad acqua ◆ Remotizzazione dell'addetto ◆ Le misure effettuate indicano che l'abbattimento delle polveri di quarzo in zona addetto rispetto alle perforatrici tradizionali è buono (circa 30 volte)	**Perforatore cabinato senza sistema di aspirazione e spurgo ad acqua** ◆ Le misure effettuate indicano che la protezione dell'addetto in cabina, con adeguato impianto di ricambio, filtrazione e climatizzazione dell'aria, limita in termini quasi risolutivi l'esposizione a polveri per l'operatore ma non per gli addetti ad operazioni limitrofe ◆ Le misure effettuate indicano una minor efficacia di abbattimento rispetto alla soluzione con aspirazione alla fonte (30 vs 40). Ciò dipende probabilmente dal maggior carico inquinante sull'impianto di filtrazione in cabina. ◆ Occorre effettuare una costante manutenzione dell'impianto di filtrazione aria per mantenere l'efficienza nel tempo;
Perforatore cabinato con sistema di aspirazione ad aria ◆ Dispositivo applicato alla fonte con remotizzazione dell'addetto in cabina. ◆ La cabina, combinata al dispositivo di aspirazione, limita in termini risolutivi l'esposizione a polveri sia per l'operatore che per gli addetti ad operazioni limitrofe (abbattimento delle polveri di quarzo rispetto alle perforatrici tradizionali senza impianto di aspirazione e cabina fino a 180 volte).	**Perforatore cabinato con sistema di aspirazione ad aria** ◆ Non completa tenuta della cappa sul piano di perforazione con dispersioni residue ◆ Relativo maggiore ingombro delle attrezzature con qualche limitazione della visibilità del foro (se non dotato di posizionamento automatico con sollevamento in fase di intestazione e fine corsa) ◆ necessità di riposizionare il dispositivo ad ogni sostituzione dell'asta o cambio di

	postazione con significativo impolveramento nella fase di sostituzione delle aste. ◆ possibilità di condense (goccioline di aria umida e di olio proveniente dal lubrificatore di linea) all'interno del tubo d'eiezione in impianti non ottimizzati (ventilatore indipendente che garantisce la portata e separatore a spugna metallica per l'olio). ◆ Possibilità di dispersione di polvere verso le zone limitrofe in caso di guasti al sistema di stoccaggio delle polveri captate)
Perforatore fisso o mobile con sistema di aspirazione e consolle di comando ◆ Dispositivo applicato alla fonte. ◆ Il dispositivo di aspirazione ad aria garantisce una buona, ma non risolutiva, riduzione dell'esposizione a polveri sia per l'operatore che per gli addetti ad operazioni limitrofe (abbattimento delle polveri di quarzo respirabile rispetto ad una situazione non aspirata fino al 90%)	**Perforatore fisso o mobile con sistema di aspirazione e consolle di comando** ◆ Non completa tenuta della cappa sul piano di perforazione con dispersioni residue ◆ Possibilità di esposizione e dispersione di polvere verso le zone limitrofe in caso di guasti non controllati al sistema di stoccaggio delle polveri captate)

D i f f i c o l t à
◆ Vincoli di trasporto, posizionamento, utilizzo e manutenzione delle attrezzature, soprattutto cabinate, in luoghi impervi o spazi angusti. ◆ Eventuale collettamento delle acque di lavorazione ◆ Asportazione delle eventuali condense dal collettore; influenza di basse temperature ed elevata umidità sulla frequenza degli episodi di condensa (vedi indicazioni di ottimizzazione). ◆ Elevati costi dei perforatori semoventi cabinati. ◆ Trasporto e collocazione delle attrezzature per la bagnatura per la pulizia e per lo stoccaggio della polvere recuperata in aree difficili ◆ Aumento dei costi della perforazione in relazione ad un maggior impegno del personale per bagnatura a boccaforo

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Razionalizzazione degli spazi funzionali nell’area di lavoro, mantenendo ad opportuna distanza le altre lavorazioni.
- Istituire una procedura di lavoro (accoppiate alle tecnologie funzionali) che preveda:
  - a- Controllo delle deviazioni e dei guasti da cui derivi a sua volta procedura per la manutenzione dei dispositivi di captazione,ed aspirazione della polvere alla fonte, abbattimento e stoccaggio; in particolare occorre sostituire per tempo i contenitori di stoccaggio a tenuta della polvere captata a fine circuito;
  - b- il controllo della buona tenuta della cappa aspirante sul foro di perforazione;
  - c- lo scollegamento dell’impianto pneumatico di spurgo durante la sostituzione delle aste (con aspirazione comunque attiva) onde evitare il sollevamento della polvere per effetto del getto d’aria di pulizia a fondo foro;
  - d- la sollecita rimozione delle condense;
  - e- la frequente bagnatura con acqua nebulizzata dei punti di perforazione e delle zone limitrofe;
  - f- la frequente asportazione delle polveri residue.
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Allontanare le altre lavorazioni riduce le esposizioni indebite. ◆ Una buona organizzazione del lavoro rende l’ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività ◆ L’adozione di corrette procedure consente l’ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza e di mantenere ottimizzate le prestazioni dei dispositivi di captazione ed abbattimento delle polveri prodotte e di conseguenza quelle degli utensili di perforazione ◆ La frequente pulizia dell’area contigua la foro delle polveri depositate riduce la possibilità di risollevamento delle polveri per effetto del meccanismo pneumatico dell’utensile e per l’azione di agenti esterni	◆ Allontanare introduce la necessità di una conseguente organizzazione del lavoro

D i f f i c o l t à
◆ L’Allontanamento delle lavorazioni contigue è vincolato dagli spazi funzionali disponibili
◆ Ubicazione degli apprestamenti di servizio
◆ Lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l’attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute.
◆ Maggiori difficoltà per garantire comportamenti idonei per raccolta convogliamento e deposito dei residui di lavorazione.
◆ Costi aggiuntivi per approntare apprestamenti di servizio (spogliatoi ect) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nella perforazione tradizionale a secco, in ragione dell'esposizione molto elevata, si rende necessario l'utilizzo di adeguati DPI di classa P3 (casco integrale con elettrorespiratore o filtro P3) a protezione delle vie respiratorie da parte dell'addetto alla perforazione e degli altri lavoratori presenti nell'area circostante.
Nella perforazione con uso di attrezzatura cabinata senza aspirazione localizzata l'utilizzo del DPI di classe P3 è necessario per tutti gli addetti collocati in prossimità dell'utensile.
Nella perforazione con l'uso di spurgo ad acqua l'uso dei DPI è indicato durante le operazioni in prossimità dell'utensile.
Nella perforazione con semovente cabinato e sistema di spurgo ad acqua o ad aria ed aspirazione a bocca foro l'utilizzo del DPI da parte dell'addetto può essere limitato ad alcune specifiche operazioni a rischio (cambio aste ect..)

- I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia

Vantaggi	**Criticità**
◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazione potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

Difficoltà
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso e conservazione) dei DPI. Garantire il costante utilizzo del DPI in condizioni prolungate con concomitante sforzo fisico Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- “Good Practice guide” (http//www.nepsi.eu/)
- “Preventing Silicosis and Death in Rock Drillers” DHHS NIOSH Publication No 92-107 Agosto 1992
- m.patrucco: sicurezza ed ambiente di lavoro - vol 2 parte 4, l’inquinamento da particolati aerodispersi negli ambienti di lavoro: valutazione e gestione, marzo 2002, collana politeko, torino, isbn 88-87380-29-5
- s.francese, m.patrucco, g.scioldo: “workers exposure to airborne particulates in opencast and underground mining operations: a database approach for risk assessment and management”, data mining iii conference 2002, bologna, 25-27 settembre 2002, proceedings, p. 829-838, wit press, isbn 1-85312-925-9, issn 1470-6326
- Articolo: “Workers’ health and safety conditions in the stone sector: a research program on noise and airborne dust technical evaluation and control” – C. Cigna, S. Francese, S. Nobile, M. Patrucco, F. Lembo, A. Giglietta – Convegno MPES (Mine Planning and Equipment Selection) 2006 – Torino - 20-22 settembre 2006 - – Book of Abstract pag. 707.
- u.s. department of labor mine safety and health administration, all’indirizzo www.msha.gov
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di perforazione.

ALLEGATO:

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Perforazione meccanica

Le perforatrici idrauliche tradizionali a secco comportano un'esposizione molto consistente per gli addetti; i dati storici al riguardo indicano infatti come la presenza discontinua dell'addetto non sia per nulla una garanzia sufficiente a mitigare significativamente il rischio.

Le perforatrici cabinate con sistema di abbattimento delle polveri con spurgo d'acque o con cappa aspirante ad aria garantiscono risultati buoni, anche se i benefici sono ridotti dall'assenza di aspirazione durante la sostituzione delle aste di perforazione, quando questa avviene con spurgo ad aria a fondo foro non disattivato. Nettamente inferiore, ma comunque discreto, anche l'abbattimento ad acqua e l'aspirazione localizzata a bocca foro nelle perforatrici su rotaia con comando a distanza. Nel primo caso è interessante segnalare l'utilizzo di additivi schiumogeni nel getto d'acqua, in quanto producono un miglior contenimento della sovracimazione a fondo foro e della dispersione di aerosol. In ogni caso, restando comunque la perforazione una fase ad alto rischio, occorre evitare l'interferenza con altre lavorazioni.

Tab.1: Raffronto polvere respirabile e quarzo respirabile nella perforazione meccanica in cava

UTENSILE	1987 Polvere respirabile [mg/m^3]	1987 Quarzo respirabile [mg/m^3]	2006 Polvere respirabile [mg/m^3]	2006 Quarzo respirabile [mg/m^3]	Abbatt. N° volte	Classe di criticità
Perforatrice a secco tradizionale	13,40	23%	4,10	0,950	-	5
Perforatrice su rotaia ad aria	-	-	0,4	-	10	3
Perforatrice su rotaia ad acqua	1,90	0,4	0,6	0,078	12	3
Semovente cabinato ad aria	0,50	0,1	0,52	0,017	78	1
Semovente cabinato ad acqua	-	-	0,34	0,012	55	1

Tab.2: Risultati dell'applicazione di sistemi nebulizzanti in altre lavorazioni lapidee

UTENSILE	2007 Polvere respirabile [mg/m^3]	2007 quarzo respirabile [mg/m^3]	Abbatt. N° volte	Classe di criticità
Trance tradizionali	-	-	-	-
Trance con sistema di nebulizzazione	-	-	25-40%	-

L'abbattimento della polvere per mezzo dell'acqua si è dimostrato efficace in molte condizioni lavorative. Questo impiego ha tuttavia qualche svantaggio dovuto soprattutto alla necessità di utilizzarne notevoli volumi d'acqua con ovvie interferenze nell'attività lavorativa (eccessiva bagnatura dell'area di lavoro, consumi elevati, scarsa disponibilità in alcune zone di lavoro come le cave). L'impiego di aerosol di acqua ad alta pressione consente di ridurre notevolmente i consumi (da meno di 1 a massimo 2 litri al minuto) e quindi anche l'impatto sfavorevole sulla bagnatura della zona di lavoro ma assicurando un buon potere abbattente sulle polveri.

Questa soluzione è stata utilizzata come dispositivo di abbattimento aggiuntivo alla captazione mediante aspirazione localizzata su una serie di macchine per la tranciatura di binderi di porfido (vedi scheda LF 6.1). Le prime campagne di misura indicano una buona riduzione delle concentrazioni di polveri respirabili sugli addetti alla tranciatura (25 ÷40% di riduzione) in presenza di sistema di aspirazione localizzata attivo.

Fig.3-4: Perforatrice automatica tradizionale e con cabina
Fig.5-6: Perforatrice automatica semovente e fissa con abbattimento a spurgo d'acqua
Fig.7-8: Perforatrice automatica cabinata con abbattimento sia ad acqua che ad aria (particolari)

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

L'abbattimento comprende quel complesso di operazioni, effettuate con diverse tecnologie in rapporto alla differente tipologia dei materiali e dei giacimenti, svolte allo scopo di rendere disponibili sul piazzale di cava porzioni di roccia (bancate nel caso di fronti regolari, porzioni di roccia nel caso di fronti irregolari o massi trovanti) destinate a lavorazioni di ritaglio, riquadratura e trasporto ai successivi trattamenti di Laboratorio.

L'abbattimento prevede pertanto di norma la separazione di una porzione di roccia dal fronte, il suo distacco finale e l'eventuale suo ribaltamento sul piazzale. Per separare una porzione di roccia dal fronte si utilizzano diverse tecnologie:

- esplosivi;
- tagliatrici ad utensile (filo diamantato, cinghia diamantata, catena, disco);
- tagliatrici ad agenti fisici (ad acqua o waterjet);
- demolitori (per abbattimento secondario).

Il distacco ed il ribaltamento della porzione rocciosa dal fronte può essere effettuato:

- con utensili manuali (spinta con cunei e distanziatori);
- con utensili meccanici (spinta con una benna di un escavatore, trazione mediante fune ed un mezzo di cava, spinta mediante cuscini divaricatori gonfiabili ad acqua o ad aria, spinta mediante martinetti oleodinamici);
- con esplosivi ad elevata azione di spinta.

1- Abbattimento con esplosivi

Nell'abbattimento con esplosivi (per la fase di perforazione vedasi scheda NIS EF3.1 – EF3.2) la produzione di polvere è limitata al momento della volata e può (in funzione del tipo di esplosivo, del tipo di borraggio e del campo di vento) essere significativa. Essa dipende essenzialmente dalla tipologia di esplosivo utilizzata. Occorre quindi sottolineare come in questa fase, anche per non danneggiare eccessivamente il materiale, si ricorra di norma ad esplosivi a minor potenziale e potere dirompente (sostanzialmente miccia detonante) rispetto a quelli utilizzabili nella preparazione del fronte (vedi Scheda NIS EF 1), con una dispersione di polveri più contenuta nel tempo e nello spazio.

2- Abbattimento con tagliatrici ad utensile

Nell'abbattimento con tagliatrici ad utensile che impiegano acqua come agente di raffreddamento dell'utensile di taglio e di spurgo del detrito (tagliatrici a filo, a disco, a cinghia ed a catena), l'esposizione a polveri è di norma contenuta, anche per il fatto che tali macchine non necessitano di norma la presenza fissa dell'addetto; nella tecnologia più utilizzata (tagliatrici a filo diamantato) i punti che costituiscono sorgenti di polverosità sono quasi sempre distanti dai comandi della macchina. Nelle tagliatrici a catena che invece operano a secco (nel caso delle ardesie anche in sotterraneo) la dispersione di polveri è elevata.

2.1. Taglio con filo

Il taglio viene prodotto dallo scorrimento veloce di un filo anulare (elicoidale o diamantato) in tensione progressiva, inserito in fori orizzontali e verticali comunicanti, precedentemente realizzati sul fronte con perforatrici manuali e meccaniche.

2.1.1. Tagliatrici con filo elicoidale

La macchina è costituita da una puleggia motrice a motore elettrico, su cui viene chiuso ad anello e messo in movimento un filo (cavetto di acciaio costituito da tre fili avvolti ad elica), che trascina un abrasivo (sabbia quarzosa) e scorrendo sulla roccia scava un solco. Per ridurne l'usura il filo ha uno sviluppo di centinaia di metri. Questa tecnologia, oggi in progressivo abbandono, è tuttavia indicata per materiali teneri e quindi di raro utilizzo nelle rocce silicee.

2.1.2. Tagliatrici con filo diamantato

La macchina è munita di puleggia a gola gommata, che mette in moto il filo e contemporaneamente lo mantiene in tensione mediante un lento spostamento dell'asse della puleggia e della stessa macchina su rotaie fissate al terreno. Il filo è costituito da un cavo di acciaio, su cui sono montate perline diamantate con funzione abrasiva; questa tecnica è oggi la più ricorrente, soprattutto per rocce dure come quelle silicee, ed il contatto filo-roccia viene costantemente alimentato con acqua, che svolge la duplice funzione di raffreddamento dell'utensile e di asporto dei detriti. La produzione di polvere, sotto forma di aerosol, è limitata al punto di egresso del filo dalla sezione di taglio, quindi di norma distante dalla macchina, che oltretutto non richiede la presenza fissa dell'addetto; la sua dispersione risente tuttavia delle condizioni microclimatiche e degli spazi funzionali del fronte.

2.2. Taglio con altri utensili

2.2.1. Tagliatrici con cinghia diamantata o a catena

Le segatrici a cinghia sono costituite da un affusto metallico scorrevole su binario, dotato di braccio laterale, che monta la lama su cui scorre la cinghia metallica, ricoperta da placchette diamantate sinterizzate in matrice di cobalto/bronzo.

Le segatrici a catena hanno concezione analoga e, su bracci lunghi fino a 3.5m, montano una catena dentata con inserti di widia.

Tale tecnologia, che consente tagli orizzontali e verticali, è tuttavia indicata per materiali non eccessivamente duri e quindi di rara applicazione nelle rocce silicee ma utilizzata sempre nell'estrazione dell'ardesia.

La produzione di polveri, allorché vi è apporto di acqua e presenza non fissa dell'addetto, è in ogni caso sovrapponibile a quella descritta nel taglio con filo.

Per quanto riguarda l'estrazione dell' ardesia, le cui cave sono in sotterraneo, viene utilizzata esclusivamente tale tecnologia poichè la natura del materiale, estremamente sfaldabile e non eccessivamente duro , non consente l' uso proficuo del filo diamantato. Nel caso specifico la lavorazione avviene sempre a secco per asserite difficoltà di controllo della lavorazione.

2.2.2. Tagliatrici a disco

Si tratta di macchine operatrici ad acqua che montano dischi rotanti diamantati (taglienti di widia) per la realizzazione di tagli multipli in sequenza; prima la rigatrice-tracciatrice esegue tagli verticali paralleli, poi la staccatrice (costituita da un disco verticale (1200mm) ed uno orizzontale (600mm) che tagliano contemporaneamente) completa la produzione di blocchetti per edilizia.

Tale tecnologia è applicabile anche a rocce silicee (pordidi, pietra di luserna etc.) e la produzione di polveri, pur mitigata dall'acqua, può essere significativa ed in ogni caso sovrapponibile a quella delle tagliablocchi (Vedi Scheda EF4: Riquadratura).

3- Abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici

Nell'abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici (waterjet) la produzione di polvere è contenuta per le caratteristiche intrinseche delle macchine (di norma automatizzate, con dispositivo di arresto automatico e senza presenza fissa dell'addetto).

3.1. Tagliatrici a fiamma

Il taglio viene provocato direttamente dalla fiamma che, sottoponendo la roccia ad intenso riscaldamento (2500°C) con una velocità di 1300m/sec e, sfruttando il diverso coefficiente di dilatazione dei diversi materiali che compongono la roccia, ne provoca lo sgretolamento prima che se ne verifichi la fusione. Utilizzando come combustibile nafta e come comburente aria compressa, si possono produrre sezioni di taglio della larghezza di 10cm e di profondità fino a 8m. Tale tecnologia, pur non frequente, è applicabile anche a particolari rocce granitiche, ma la produzione di polvere è molto contenuta.

3.2. Tagliatrici con acqua (waterjet)

E' una tecnologia basata sul taglio con getti d'acqua oscillati ad alta pressione (fino a 2200 bar) ed una velocità tra i 600 e 900 m/sec sia orizzontale che verticale. La macchina è costituita da un lancia montata su binari di avanzamento, che consente tagli di spessore di circa 6cm e profondità fino a 8m. Il taglio avviene per distacco di particelle di differente composizione e durezza e può avvenire anche in obliquo a o a tetto. Questa tecnica consente un'elevata precisione di taglio, riduce le dispersioni di polveri e non richiede la presenza fissa dell'operatore, in quanto completamente computerizzata e con arresto automatico in caso di emergenza.

4- Abbattimento con demolitori

Questa tecnica è limitata all'abbattimento secondario di blocchi per la produzione di pietrisco; vengono impiegati martelli demolitori idraulici ad alta energia d'urto (martelloni), montati direttamente sul braccio di escavatori e la rottura del blocco si ottiene battendo ripetutamente la punta del martello nello stesso punto. La dispersione di polveri può essere significativa, ma l'addetto è protetto dalla cabina dell'escavatore sul cui braccio è montato l'utensile (Vedi scheda EF3: Perforazione).

5- Ribaltamento

Nel ribaltamento o rotolamento della bancata o di un blocco informe sul piazzale la produzione di polveri silicee, dovuta all'impatto del materiale sul piazzale può essere ridotta con opportuna scelta e bagnatura del materiale costituente il "letto di caduta".

<u>*5.1. Distacco e ribaltamento di bancate*</u>

5.1.1- Distacco e ribaltamento con utensili manuali e mezzi meccanici

Vengono utilizzati cuscini metallici riempiti d'acqua che vengono inseriti nella superficie di taglio, cunei e distanziatori nelle linee di frattura, riempiendo man mano l'intercapedine con materiale inerte (cocciame). In aggiunta o in alternativa viene esercitata una trazione con la benna dell'escavatore. In ogni caso si tratta di operazioni che non comportano dispersione di polveri.

5.1.2. Distacco e ribaltamento con esplosivi

Il ribaltamento può essere eseguito con polvere nera, che sviluppa una grande spinta senza danneggiare il blocco. La produzione di polvere è contenuta, come già specificato.

La produzione di polvere durante il ribaltamento per impatto della bancata sul piazzale è di norma contenuta per quantità e tempi di fall out, a maggior ragione se essa avviene su terreno bagnato e su letto di detriti grossolani.

5.2. Distacco e ribaltamento di fronti informio e massi trovanti

La lavorazione si attua laddove la configurazione del fronte (profilo informe o massi trovanti) non consenta la realizzazione di bancate. In questo caso si procede alla scelta della singola porzione di roccia o del masso da abbattere, valutando di volta in volta la tecnica più idonea. Le tecniche più ricorrenti prevedono l'utilizzo di esplosivi, ma anche di macchine di taglio e martelli demolitori. Il ribaltamento del materiale può essere realizzato per ribaltamento classico, rotolamento o prelievo diretto con mezzo meccanico.

Le tecnologie ed i rischi sono analoghi a quelli decritti al paragrafo A, con l'aggravante di spazi funzionali ed operativi spesso "difficili".

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione.

→ Esplosivi: scelta della tipologia più idonea dal punto di vista produttivo, tenendo conto anche dell'opportunità di preservare l'integrità del materiale e di generare la minor dispersione di polveri possibile (esplosivi a minor potere dirompente); utilizzo di acqua per il borraggio e non utilizzo di materiale siliceo ottenuto in fasi di perforazione.

→ Utensili: utilizzo di utensili affilati, onde ridurre la produzione di polveri fini; a tal fine manutenzione ed utilizzo di fili ed utensili secondo le indicazioni del produttore (richieste al costruttore e conservate in azienda), utilizzandole per la formazione. Quando si superano le condizioni di degrado indicate dal costruttore come accettabili o la superficie di taglio indicata dall'esperienza (da ricavare caso per caso), occorre ripristinare / sostituire l'utensile;

→ Uso di tecnologie moderne di taglio ed ottimizzazione del rapporto velocità di scorrimento / tensione del filo, velocità di rotazione dell'utensile/caratteristiche del materiale.

V a n t a g g i	Criticità
◆ La scelta di esplosivi a basso potenziale, oltre a preservare l'integrità del materiale, produce una minor dispersione di polvere. ◆ L'esecuzione di borraggio ad acqua e con polvere non silicea evita indebite esposizioni ◆ La corretta sostituzione / ripristino degli utensili consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini ed il miglioramento dei più corretti rapporti dei parametri di taglio consente di conciliare aumenti di efficienza con la diminuzione degli aerosol prodotti.	◆ Necessità di conciliare le necessità produttive e di sicurezza con quelle igienico-sanitarie nella scelta degli esplosivi più idonei. ◆ L'utilizzo di polvere non silicea per il borraggio, implica adeguato approvvigionamento. ◆ Avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività.

D i f f i c o l t à

Caratteristiche dei materiali, dei luoghi e degli esplosivi

- Poiche l'abbattimento con esplosivi nelle fase di abbattimento si prefigge scopi più conservativi di quelli di preparazione del fronte, la scelta di esplosivi a minor impatto ambientale per la dispersione di polveri, deve tener conto delle caratteristiche dei materiali, degli spazi funzionali e dei rischi di sicurezza legati alle condizioni del fronte (es. fronti informi e massi trovanti).

Condizioni utensili ed ottimizzazione tecnologie
E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili (tempi di utilizzo, parametri di consumo e nuove tecnologie), privilegiando i produttori che forniscano tali indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra in un approccio di qualità di sistema.0

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

L’abbattimento con esplosivi, sia nella volata che nel ribaltamento del blocco, può produrre una certa dispersione di polveri, correlata al tipo di esplosivo (potenziale) ed alla frequenza degli eventi; gli interventi di mitigazione si basano quindi su scelte tecniche del tipo di esplosivo più idoneo (vedi paragrafo precedente), frequente bagnatura dei piazzali, procedure di allontanamento e di limiti di rientro (distanze di sicurezza), anche per considerazioni di sicurezza, adeguati DPI.

L’abbattimento con tagliatrici ad utensile può comportare dispersione di polveri; nelle tecnologie ad acqua la distanza della sorgente sul fronte dalla macchina e la presenza discontinua dell’addetto in prossimità della stessa riducono sensibilmente l’esposizione, che dalle misure effettuate risulta in generale contenuta; nelle tecnologie a secco, tipiche del settore ardesiaco, l’esposizione è invece molto elevata.

L’abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici (fiamma, acqua) comporta una dispersione di polvere contenuta.

L’abbattimento con demolitori produce una dispersione maggiore e, come illustrato nella scheda EL3 Perforazione, si deve avvalere di mezzi meccanici cabinati.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche di intervento preventivo possono essere così sintetizzate:

ventilazione ed utilizzo di aerosol micronizzati: in sotterraneo, i risultati delle misure di polveri respirabili, rendono necessaria la presenza di sistemi di immissione ed estrazione di aria. In presenza di questi sistemi può essere ulteriormente efficace nell’abbattimento delle dispersione l’utilizzo di sistemi per la generazione di aerosol micronizzati.

a- Abbattimento con esplosivi

1- Allontanamento

L’allontanamento degli addetti durante la volata e la definizione di adeguati tempi di rientro che, assieme ai rischi di sicurezza, tengano anche conto dei tempi di fall out delle polveri disperse, limita l’esposizione. Il fochino, durante le attività di perlustrazione post volata, dovrà avere a disposizione adeguati DPI, di cui potrà valutare le necessità di utilizzo in rapporto alla situazione specifica.

2- Bagnatura

La bagnatura dei piazzali e delle aree circostanti (con getti d’acqua o nebulizzatori: vedi Scheda EF2 Movimentazione) riduce la dispersione primaria e secondaria di polveri sia nella volata che nel ribaltamento.

3- Letti di caduta

La predisposizione di letti caduta de materiale ribaltato con detriti grossolani, oltre a preservarne l’integrità, riduce l’impatto della bancata sul terreno e quindi la dispersione di polveri.

b- Abbattimento con tagliatrici ad utensile

1- Allontanamento

La presenza di acqua nella sezione di taglio e la distanza tra la sorgente e la macchina (tagliatrici a filo) riducono l’esposizione a polveri, la cui dispersione è tuttavia condizionata dalle condizioni climatiche (umidità, velocità e direzione dei venti); in ogni caso, non necessitando la presenza fissa dell’addetto, andranno garantite misure che garantiscano (anche per ragioni di sicurezza) adeguate

distanze di sicurezza dalla fonte: allontanamento di altre lavorazioni dal fronte e limitazione degli accessi, da effettuarsi con adeguate modalità e dotazioni di DPI.

2- Bagnatura

La bagnatura dei piazzali e dei fronti (con getti d'acqua o nebulizzatori: vedi Scheda EF2 Movimentazione) riduce la dispersione secondaria di polveri prodotte durante il taglio, nonché quella primaria e secondaria prodotta nel ribaltamento.

3- Automazione

Le moderne tagliatrici ad utensile che prevedano il comando a distanza della macchina o la presenza saltuaria dell'operatore nella postazione di comando, riducono l'esposizione.

4- Schermi protettivi

Nelle situazioni in cui la postazione di lavoro sulla macchina sia ravvicinata alla sorgente (tagliatrici a cinghia, catena o disco), potranno essere valutati schermi di protezione dagli aerosol prodotti, in aggiunta ad adeguate procedure che limitino la presenza dell'addetto ed idonei DPI.

5-Aspirazione localizzata

Nel settore ardesiaco dove la tagliatrice a catena lavora a secco, per ridurre l'esposizione alle polveri silicee è ipotizzabile un'aspirazione localizzata sulla parte superiore della catena, abbattendo le polveri aspirate con lavaggio ad umido mediante gorgogliamento in acqua dell' aria e successiva reimmissione in camere adiacenti.

c- Abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici

Le tagliatrici a fiamma e ad acqua comportano una contenuta dispersione di polveri; le macchine waterjet in particolare non richiede la presenza fissa dell'operatore, in quanto completamente computerizzata e con arresto automatico in caso di emergenza.

d- Abbattimento con demolitori

I martelloni montati sul braccio degli escavatori producono polverosità inferiore ai perforatori, ma comunque significativa.

1- Cabinatura

le cabine degli escavatrori debbono essere dotate di adeguato impianto di condizionamento, filtrazione e ricircolo d'aria (vedi Schede EF2 Movimentazione ed EF3.2 Perforazione meccanica)

Le campagne di misure effettuate, prevalentemente su tagliatrici a filo diamantato, indicano, rispetto ai valori medi di polveri respirabili, un rischio contenuto (2006 Lombardia).

V a n t a g g i	**Criticità**
a- Abbattimento con esplosivo *1- Allontanamento* L'allontanamento degli addetti durante la volata e la definizione di adeguati tempi di rientro che, assieme ai rischi di sicurezza, tengano anche conto dei tempi di fall out delle polveri disperse, limita l'esposizione (il fochino, durante le attività di perlustrazione post volata, dovrà avere a disposizione adeguati DPI, di cui potrà valutare le necessità di utilizzo in rapporto alla situazione specifica). *2- Bagnatura* La bagnatura dei piazzali e delle aree circostanti (con getti d'acqua o nebulizzatori: vedi Scheda EF2 Movimentazione) riduce la dispersione	**a- Abbattimento con esplosivo** *1- Allontanamento* L'allontanamento degli addetti durante la volata e la definizione di adeguati tempi di rientro, comporta una adeguata formazione del fochino che deve dirigere tali operazioni ed il suo riconoscimento come preposto da parte degli altri addetti. *2- Bagnatura* La bagnatura dei piazzali e delle aree circostanti (con getti d'acqua o nebulizzatori) comporta dotazioni tecniche e procedurali adeguate.

primaria e secondaria di polveri sia nella volata che nel ribaltamento.	
3-Letti di caduta La predisposizione di letti caduta del materiale ribaltato con detriti grossolani riduce l'impatto della bancata sul terreno e quindi la dispersione di polveri.	*3-Letti di caduta* L'utilizzo di cocciame è condizionato dalle caratteristiche di fratturabilità della bancata.
b- Abbattimento con tagliatrici a utensile	**b- Abbattimento con tagliatrici a utensile**
1- Allontanamento adeguate distanze di sicurezza dalla fonte riducono esposizioni indebite: allontanamento di altre lavorazioni dal fronte e limitazione degli accessi dell'operatore, da effettuarsi con adeguate modalità e dotazioni di DPI.	*1- Allontanamento* L'allontanamento di altre lavorazioni dal fronte implica adeguati spazi ed organizzazione del lavoro, nonchè la limitazione degli accessi dell'operatore adeguate procedure.
2- Bagnatura La bagnatura dei piazzali e dei fronti (con getti d'acqua o nebulizzatori: vedi Scheda EF2 Movimentazione) riduce la dispersione secondaria di polveri prodotte durante il taglio, nonché quella primaria e secondaria prodotta nel ribaltamento.	*2- Bagnatura* La bagnatura dei piazzali e dei fronti (con getti d'acqua o nebulizzatori) comporta dotazioni tecniche e procedurali adeguate.
3- Automazione Le moderne tagliatrici ad utensile che prevedano il comando a distanza della macchina o la presenza saltuaria dell'operatore nella postazione di comando, riducono l'esposizione.	*3- Automazione* Nessuno
4- Schermi protettivi Nelle tagliatrici a cinghia, catena o disco, dove la postazione può essere ravvicinata alla sorgente, potranno essere valutati schermi di protezione dagli aerosol, in aggiunta ad adeguate procedure che limitino la presenza dell'addetto ed idonei DPI.	*3- Schermi protettivi* La presenza di schermi non costantemente puliti può limitare la visibilità.
5-Aspirazione localizzata Le aspirazioni localizzate sulla parte superiore della catena delle tagliatrici a secco, tipiche del settore ardesiaco, possono ridurre l'espozizione.	*5-Aspirazione localizzata* L'introduzione di aspirazioni localizzate sulle tagliatrici a secco, tipiche del settore ardesiaco, comporta uno studio sperimentale di fattibilità.
c- Abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici	**c- Abbattimento con tagliatrici ad agenti fisici**
1- Automazione I moderni modelli, in quanto automatizzati, non prevedono presenza degli addetti, riducendo l'esposizione, già di per sé contenuta.	*1- Automazione* Necessità di ammodernamento tecnologico e vincoli di applicabilità ai diversi materiali.
d- Abbattimento con demolitori	**d- Abbattimento con demolitori**
1- Allontanamento L'allontanamento degli altri addetti riduce le esposizioni indebite.	*1- Allontanamento* L'allontanamento degli altri addetti implica adeguati spazi disponibili ed una conseguente organizzazione del lavoro.

2- *Cabinatura*	2- *Cabinatura*
Le cabine degli escavatori, dotate di adeguato impianto di condizionamento e filtrazione (Schede EF2 Movimentazione ed EF3.2 Perforazione meccanica) risultanbo risolutive per l'addetto.	Necessità di adeguato impianto di filtrazione e climatizzazione delle cabine.

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

b- Abbattimento con esplosivi

- Vincoli prodotti dalla tipologia dei materiali e dei luoghi nella scelta del tipo di esplosivo (es. fronti informi e massi trovanti);
- Approvvigionamento d'acqua per bagnatura in condizioni difficili (es. fronti informi e massi trovanti).

c- Abbattimento con tagliatrici ad utensile

- Vincoli prodotti dalla tipologia dei luoghi per l'allontanamento di altre lavorazioni e per la stessa posa delle macchine di taglio (es. fronti informi e massi trovanti);
- Approvvigionamento d'acqua per bagnatura in condizioni difficili (es. fronti informi e massi trovanti).

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - g- Procedure adeguato utilizzo degli esplosivi, comprensive di distanze di sicurezza e tempi di rientro in rapporto alla tipologia usata ed alla situazione logistica specifica, che prevedano il riconoscimento dei ruolo del fochino e del sorvegliante.
  - h- Procedure che definiscano le operazioni di governo e controllo delle macchine di taglio e limitino l'accesso degli operatori al fronte ed in particolare alla fonte di dispersione delle polveri.
  - i- Procedure di uso e di controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta, da cui derivi a sua volta una procedura per la manutenzione/sostituzione di tali elementi.
  - j- la frequente bagnatura di piazzali e fronti.
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività; ◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza;	◆ l'introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro.
◆ in particolare la riduzione degli accessi in prossimità della sorgente, con definizione delle modalità e delle dotazioni esecutive contribuisce a ridurre l'esposizione;	◆ La riduzione degli accessi implica un'adeguata organizzazione del lavoro;
◆ la bagnatura frequente dell'area di lavoro riduce la possibilità di risollevamento delle polveri	◆ la bagnatura dell'area di lavoro implica adeguate dotazioni

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l'attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute;
◆ Le procedure debbono essere adattate alle realtà difficili (fronti informi e massi trovanti).
◆ costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi etc) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nell'abbattimento con esplosivi i DPI debbono essere disposizione del fochino durante le attività di perlustrazione post volata.
Nell'abbattimento con tagliatrici a utensile i DPI debbono essere utilizzati negli accessi in prossimità della sorgente; in quelle a catena o a disco che comportino prolungate presenze ravvicinate potrà essere valutato il loro utilizzo anche nella postazione di lavoro.
Nell'abbattimento con demolitori i DPI debbono essere utilizzati dagli addetti non in cabina che debbano permanere in prossimità della sorgente.

- I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
- Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

V a n t a g g i	Criticità

◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell’addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazioni potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all’uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell’area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni F., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria” - Materiali NIS Lapidei (in corso - 2006)
- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; “Ricostruzione storica dell’esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell’INAIL”
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di taglio blocchi e siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchine.com

ALLEGATO:
APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

ABBATTIMENTO

Tab.1: Cava: raffronto 2006-1987 Concentrazioni polvere e quarzo respirabili per fase e lavorazione

FASE	**Gruppo Lavoro Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**ANNI 80-90 Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**Gruppo Lavoro Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**ANNI 80-90 Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**G**
- semovente cabinato (aspirazione localizzata)	0.52	1	0.50	1	0.017	1	**Na**	**-**	**1**
- semovente idraulico cabinato (spurgo ad acqua)	0.34	1	-	-	0.012	1	**Na**	**-**	**1**
Abbattimento							(23%)		
- Taglio con filo diamantato	0.25	1	0.23	1	0.006	1	**Na**	**-**	**1**

Legenda: na: non disponibili; C: classe di criticità; G: giudizio complessivo di criticità

Il taglio con filo garantisce livelli di rischio contenuti. Il raffronto 2006-1987 presenta una sostanziale omogeneità, anche se alcune soluzioni tecnologiche non erano al tempo presenti o diffuse.

Tab.2: Schema di classificazione dei giudizi di criticità utilizzato

RANGE POLVERE RESP.	**C**	**RANGE QUARZO RESP.**	**C**	**GIUDIZIO CRITICITA'**	**CLASSE CRITICITA'**	**DEFINIZ. CRITICITA'**
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		

Fig.1: Tagliatrice a filo, a catena e nebulizzatore a getti di aerosol d'acqua

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF5 / LF2.2
Estrazione: Fase 5 Riquadratura
Lavorazione: Fase 2.2. Taglio Blocchi
Segatrici e telai a filo per blocchi

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE;
RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Il taglio dei blocchi, oltre che con telai multilame, può essere effettuato con segatrici o telai a filo. Tali tecnologie sono applicabili sia in cava (F5: Riquadratura dei blocchi) che in laboratorio (F2: Taglio blocchi) e sono per lo più utilizzate per i blocchi informi.

Le segatrici a disco ("frese tagliablocchi") sono costituite da 2–4 colonne, costituite da 1 o 2 ponti muniti di rotaie sulle quali traslano i carrelli portablocchi o portamandrini; esse lavorano ad acqua (che garantisce il raffreddamento dell'utensile e l'asporto dei detriti) e montano come utensili uno o più dischi diamantati verticali di medio-grandi dimensioni (da 600 a 3000mm) per i tagli paralleli ed a volte un disco orizzontale per il distacco finale delle strisce.

Le segatrici a catena sono invece costituite da un corpo macchina, dotato di un braccio mobile a movimento calante che monta una catena di taglio.

Le segatrici di norma comprendono:

- segatrici monolama;

- segatrici multilama;

- segatrici a catena.

I telai a filo sono costituiti da un sistema di pulegge (di norma protette da carter), montate su 2 colonne di acciaio, sulle quali scorrono uno o più fili diamantati; la puleggia motrice provvede al movimento del filo ed il taglio si realizza grazie ad un sistema di abbassamento graduale ("cala") dello stesso (di norma verticale, ma nelle più moderne versioni orientabile anche in altre direzioni) ed alla circolazione d'acqua, con funzione di raffreddamento e di asportazione del detrito.

I telai a filo di norma comprendono:

- telai monofilo;

- telai multifilo.

Importante anche qui la suddivisione dei blocchi nel piazzale per tipologia di materiali.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione.

→ Classificazione e stoccaggio del materiale (blocchi) per tipologia, con particolare riferimento al contenuto di silice libera cristallina;

→ Manutenzione ed utilizzo di dischi e catene secondo le indicazioni del produttore; nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili o la superficie di taglio indicata dall'esperienza (da ricavare caso per caso), occorre ripristinare / sostituire l'utensile;

→ Uso di tecnologie moderne di taglio ed ottimizzazione del rapporto velocità di rotazione/cala dei dischi e delle catene;

→ Tecniche avanzate di disinquinamento delle acque di riciclo.

Vantaggi	Criticità
◆ La classificazione e lo stoccaggio dei materiali per tipologia (in particolare per composizione mineralogica e contenuto di quarzo) consente una miglior identificazione del rischio ed un buon raccordo con gli elementi del sistema qualità; consente inoltre un maggior controllo dei materiali che entrano nello stabilimento.	◆ Tale approccio comporta un aumento degli spazi da destinare allo stoccaggio. ◆ E' di difficile attuazione in aziende che lavorano un'estrema varietà di rocce (tipo conto terzisti).
◆ La corretta sostituzione / ripristino degli utensili consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini. ◆ Il miglioramento della tipologia di dischi e catene e l'utilizzo di corretti rapporti dei parametri di taglio consente di conciliare aumenti di efficienza con la diminuzione degli aerosol prodotti. ◆ L'abbattimento delle acque di ricircolo consente di evitare l'aumento di inquinanti aerodispersi.	◆ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività. ◆ Carenza di informazioni reperibili sul mercato e scarsa attenzione al problema polveri da parte dei produttori delle macchine e degli utensili da taglio.

Difficoltà
Classificazione, stoccaggio e lavorazioni separate
◆ Può richiedere un deciso rinnovamento.
◆ **Condizioni utensili ed ottimizzazione tecnologie**
◆ E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili (tempi di utilizzo, parametri di consumo e nuove tecnologie), privilegiando i produttori che forniscano tali indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra in un approccio di qualità di sistema.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

Il taglio dei blocchi con segatrici, ed in misura minore con telai a filo, se non opportunamente controllato, comporta la dispersione di polveri sotto forma di aerosol respirabili**.** Le segatrici sono spesso collocate in box o locali separati, mentre i telai a filo all'aperto nel piazzale; sono tuttavia ancora presenti situazioni in cui tali macchine sono collocate in locali comuni con altre lavorazioni.
Le misure effettuate indicano che l'esposizione dell'operatore, indubbiamente inferiore a quella con telai, è comunque significativa in assenza di interventi di contenimento, mentre si abbassa a livelli accettabili in presenza degli stessi.
Le segatrici sono macchine di notevole dimensione e potenza; lo sviluppo di polveri (ma anche la genesi di altri rischi: rumore, infortuni), rende comunque necessario l'allontanamento di tale lavorazione dalle altre attività. La presenza di più segatrici in un unico locale può aggravare l'esposizione dei lavoratori.
Anche per i telai a filo il rischio da polveri ed infortuni impone analoghi interventi.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche di intervento preventivo possono essere così sintetizzate:

2- Segregazione / confinamento (segatrici e telai a filo)
- in idonei box per ogni singola macchina;
- in locali dedicati;

3- Allontanamento (telai a filo)
- all'aperto in aree eccentriche del piazzale;

4- Distanze di sicurezza (segatrici e telai a filo)
- Barriere distanziatici e dispositivi di arresto in caso di avvicinamento.

5- Remotizzazione degli addetti (segatrici multilame)
- in cabine di controllo.

Il confinamento delle segatrici in box in muratura/metallo o in locale dedicato è in ogni caso indicato sia per contenere altri rischi (rumore, infortuni) che per ragioni produttive; tali interventi, in abbinamento ad adeguate procedure (che riducano allo stretto necessario la presenza degli addetti all'interno dei locali/box) ed adeguati DPI (da utilizzare nelle operazioni nei pressi delle macchine in funzione), garantiscono una soddisfacente riduzione del rischio.
Le protezioni di sicurezza antinfortunistica di cui sono dotate le moderne macchine (barriere distanziatici, dispositivi optoelettronici di arresto) impediscono l'avvicinamento dell'addetto alla fonte di polveri (macchina) e concorrono a ridurne l'esposizione.
In presenza di più macchine (segatrici multilama) è indicata, assieme alle procedure dio cui sopra) la remotizzazione degli addetti in cabine di controllo.
Per i telai a filo, che non producono rumore elevato, è sufficiente l'ubicazione della macchina in area eccentrica del laboratorio (all'aperto nel piazzale).
Le campagne di misure effettuate indicano infatti, rispetto ai valori limite per le polveri respirabili e per il quarzo, che le soluzioni indicate offrono un buon abbattimento del rischio (2006 Lombardia).

V a n t a g g I	Criticità
◆ Separare il taglio con segatrici dalle altre lavorazioni mediante box o locali dedicati riduce le esposizioni indebite e diminuisce i carichi di polvere da gestire;	◆ Separare ed allontanare le lavorazioni introduce la necessità di adeguati spazi ed una conseguente organizzazione del lavoro.
◆ Per i telai a filo è sufficiente la loro dislocazione in area eccentrica (all’aperto nel piazzale).	◆ Allocare i telai a filo in area idonea all’aperto implica la disponibilità di adeguato piazzale.
◆ Le protezioni di sicurezza antinfortunistica di cui sono dotate le moderne macchine (barriere distanziatici e dispositivi optoelettronici di arresto) impediscono l’avvicinamento alla macchina e concorrono a ridurre l’esposizione.	◆ La messa in sicurezza delle macchine ai fini antinfortunistici implica interventi di adeguamento sulle macchine di superata concezione.
◆ La remotizzazione degli addetti in cabine di comando, grazie all’introduzione di sistemi automatici di regolazione e controllo, limita l’interazione uomo/macchina e quindi l’esposizione degli addetti; è quindi indicata in presenza di più macchine (segatrici multilame).	◆ La creazione di cabine di comando in locali dove sono ubicate più macchine di taglio implica la disponibilità di adeguati spazi ed una diversa procedura di gestione e controllo della lavorazione.

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ La separazione delle lavorazioni contigue è vincolata dalla disponibilità di adeguati spazi.

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - k- Procedure di gestione e controllo delle lavorazioni, con particolare riguardo alle macchine ed alle deviazioni e guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta, compresa la manutenzione/sostituzione di tali elementi.
  - l- Nello specifico dovranno essere messe in atto procedure integrative alle soluzioni tecniche descritte, che limitino allo stretto necessario la permanenza degli addetti nelle adiacenze delle macchine di taglio (box, locali, aree operative), definendone modalità e dotazioni.
  - m- L'asportazione delle polveri residue (evacuazione ad umido e pulizia frequente dei locali)
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

Vantaggi	Criticità
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività; ◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza;	◆ l'introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro;
◆ la riduzione dei tempi di presenza degli addetti in prossimità delle macchine di taglio e la definizione di modalità adeguate riduce l'esposizione degli addetti;	◆ l'introduzione di procedure che limitino la presenza degli addetti in prossimità delle macchine implica la ridefinizione delle modalità di gestione e controllo della lavorazione.
◆ la pulizia dell'area di lavoro (esclusivamente ad umido) riduce la possibilità di risollevamento delle polveri	◆ la pulizia dell'area di lavoro andrebbe eseguita a macchine ferme o prevedere l'uso di DPI

Difficoltà di applicazione in situazioni particolari

- lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l'attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute;
- costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi etc) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI, appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, resta appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo nella situazione particolare.

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene contenuta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nel taglio blocchi con segatrici e telai a filo si rende necessario l'utilizzo di DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie durante gli accessi in prossimità delle macchine in funzione (box, locali, aree di lavoro) per attività di asservimento, regolazione, controllo e pulizia.

➲ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 02/05/2001) con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.

➲ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia

V a n t a g g i	**Criticità**
Assicura, in abbinamento all'intervento tecnico, una soddisfacente protezione degli addetti, altrimenti esposti a concentrazioni potenzialmente significative.	Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni F., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria" - Materiali NIS Lapidei (in corso - 2006)
- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; "Ricostruzione storica dell'esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell'INAIL"

- M.Cardu, C.Cigna, A.Giglietta, F.Lembo, E.Lovera, P.Marini, S.Nobile, M.Patrucco: “Evoluzione tecnologica ed aspetti di sicurezza del lavoro nelle attività di lavorazione delle pietre ornamentali: analisi preliminare nelle realtà produttiva del Verbano Cusio Ossola”, a cura di Regione Piemonte Assessorato Sanità, Asl 14 Dop. Prevenzione Spresal, Politecnico di Torino DITAG, pp. 1-83, ed. Presgrafica, Ornavasso (Vb), 2006, ISBN-10: 88-902249-1-6, ISBN-13:978-88-902249-1-1
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di taglio blocchi mediante telai a filo o segatrici e siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchine.com

ALLEGATO:

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

***CAVA*: RIQUADRATURA con segatrici**
***LABORATORIO*: TAGLIO BLOCCHI con segatrici e telai a filo**

Tab.1: Schema di classificazione dei giudizi di criticità utilizzato

RANGE POLVERE RESP.	C	RANGE QUARZO RESP.	C	GIUDIZIO CRITICITA'	CLASSE CRITICITA'	DEFINIZ. CRITICITA'
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO

Tab.2: Laboratorio: raffronto INAIL-GDL di polvere respirabile e quarzo per fase e lavorazione

FASE	**Gruppo Lavoro Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Polv. Resp.** [mg/m^3]	**N° dati**	**C**	**GruppoLavoro Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Quarzo Resp.** [mg/m^3] (Stima)	**C**	**G**
Taglio dei blocchi										
- telai a filo	0.22	1	0.62	5	2	0.021	1	0.014	1	**1**
- segatrice tagliablocchi	0.23	1	0.50	1	1	0,014	1	0.056	3	**2**
- segatrice multidisco	0.38	1	-	-	-	0.026	2	-	-	**1**

Tab. 3: confronto tra i risultati delle misure in relazione all'ubicazione confinata o in reparto comune dei telai a filo

UBICAZIONE DELLA MACCHINA E TIPOLOGIA DELLA MISURA	Polvere respirabile [mg/m^3]	Quarzo respirabile [mg/m^3]	Classe di criticità
Telaio a filo: all'aperto	0,17	0,014	1
Telaio a filo: in reparto	0,27	0,036	2

Le segatrici (frese) possono produrre anch'esse, anche se in misura minore dei telai multilama, aerosol potenzialmente nocivi; all'esposizione dell'addetto contribuiscono significativamente gli accessi nei pressi della macchina per controllare le operazioni di taglio.
Gli interventi tecnici e procedurali indicati:

- confinamento delle segatrici in box o locali dedicati;

- ubicazione dei telai a filo all’aperto (piazzale) in posizioni distanti da altre lavorazioni;
- dispositivi di sicurezza (barriere e interblocchi che impediscono l’accesso a zone pericolose a macchina funzionante);
- cabine di controllo in presenza di più macchine;
- adeguate procedure che riducano i tempi di presenza degli addetti nei pressi delle macchine funzionanti;
- utilizzo di DPI durante tali accessi ravvicinati

possono adeguatamente contenere l’esposizione degli addetti.
Infatti le misure effettuate nel taglio dei blocchi con telai a filo all’aperto e segatrici in box denotano un grado di criticità basso (valori di concentrazione >0.025mg/m3), mentre le situazioni dove tali macchine sono ubicate in reparto comune con altre lavorazioni provocano esposizioni superiori

Fig.1-2: Riquadratura con tagliatrice e telaio a filo

Fig.3: Taglio blocchi con segatrice monolama gigante compartimentata

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS LF 2.1
Lavorazione: Fase 2 Taglio Blocchi
2.1.Telai multilama

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Il taglio con telai multilame è una tecnologia ricorrente nella segagione di blocchi lapidei squadrati. Una classificazione di massima è di norma effettuata a monte del processo per motivi produttivi; procedure e tecnologie differenti sono infatti necessarie a seconda dei diversi materiali che possono essere raggruppati in tre categorie distinte: marmi, ardesie, graniti.

Il telaio multilame è costituito da un robusto quadro portalame azionato da un motore con volano che trasmette un moto traslatorio alternato tramite un sistema biella/manovella e da un carrello portablocchi montato su rotaie. Il taglio viene eseguito per effetto dell'abrasione della roccia da parte delle lame che con moto traslatorio alternato attraversano il blocco dall'alto mediante l'abbassamento del quadro portalame o il sollevamento del blocco.

Per il taglio dei blocchi di ardesia e di marmo vengono utilizzate lame di acciaio con inserti diamantati, raffreddate da una doccia continua di acqua pulita che oltre a refrigerarle asporta i detriti del taglio.

Per il taglio dei blocchi di granito vengono utilizzate invece lame di acciaio irrorate da un fluido abrasivo costituito da acqua, calce e graniglia metallica.

In entrambi i casi i fluidi di raffreddamento o abrasivo sono reimmessi in circolo dopo depurazione.

Da quanto sopra si possono in linea generale indicare le seguenti osservazioni:

1 taglio **marmi**: tenuto conto che i marmi in senso stretto non contengono silice libera, un'idonea procedura classificativa del materiale in lavorazione consente di escludere lo specifico rischio, limitando gli interventi a misure di igiene volte al controllo delle emissioni di polveri inerti. La procedura classificativa è importante poiché sotto la dizione commerciale di marmi e con caratteristiche meccaniche simili sono presenti anche materiali lapidei con sensibili contenuti di quarzo cui devono seguire le misure suggerite ai punti successivi.

2 taglio **ardesie:** tenuto conto che la presenza di quarzo nelle polveri respirabili è significativa (spesso oltre il 10%), le tecnologie in uso in laboratori di piccole/medie dimensioni, tipici del comparto (presenza in genere di solo 1 o 2 telai, normalmente segregati in box) non comportano un rischio elevato. L'uso di DPI è quindi necessario solo all'interno dei box, in prossimità di telai non confinati o durante i lavaggi eseguiti con acqua ad alta pressione.

3 taglio **graniti**: tenuto conto che sotto la dizione graniti sono ricompresi sia materiali lapidei con contenuti in quarzo superiori al 30%, così come tipologie a contenuto di quarzo quasi assente, anche in questo caso particolarmente utile è una classificazione delle materie prime a monte delle lavorazioni. La media delle misure di polverosità indica una presenza di quarzo nelle polveri respirabili di norma superiore al 10%, con valori di esposizione decisamente superiori ai TLV consentiti, anche per la frequente presenza di impianti di notevoli dimensioni (sale in cui operano numerosi telai affiancati). Ciò rende necessaria l'adozione di stringenti misure di igiene e l'obbligo dell'uso di DPI in vicinanza di telai funzionanti e non confinati o durante operazioni di lavaggio telaio con acqua ad alta pressione.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.
Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione.

→ Manutenzione ed utilizzo delle lame secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili o la superficie di taglio indicata dall'esperienza (da ricavare caso per caso), occorre ripristinare / sostituire l'utensile;

ad esempio nel caso della lavorazione dell'ardesia, i fornitori delle lame diamantate garantiscono la durata del taglio quantificata in metri quadri di superficie tagliata e nell'ambito di questa garanzia intervengono per la eventuale sostituzione degli inserti usurati, per il ripristino di tutti gli inserti nelle vecchie lame per una sola volta ed infine per la sostituzione delle stesse.

→ Uso di tecnologie moderne di taglio ed ottimizzazione del rapporto velocità di scorrimento/cala delle lame;

→ Tecniche avanzate di disinquinamento delle acque di riciclo**.**

V a n t a g g i	Criticità
◆ La classificazione e lo stoccaggio dei materiali per tipologia (in particolare per composizione mineralogica e contenuto di quarzo) consente una miglior identificazione degli agenti materiali di pericolo ed un buon raccordo con gli elementi del sistema qualità; consente inoltre un maggior controllo dei materiali che entrano nello stabilimento.	◆ Tale approccio comporta un aumento degli spazi da destinare allo stoccaggio. ◆ E' di difficile attuazione in aziende che lavorano un'estrema varietà di rocce (tipo conto terzisti).
◆ La corretta sostituzione / ripristino degli utensili di taglio consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini; consente inoltre di procedurare e controllare le necessità di manutenzione.	◆ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività.
◆ Il miglioramento della tipologia delle lame e l'utilizzo dei più corretti rapporti dei parametri di taglio consente di conciliare aumenti di efficienza con la diminuzione degli aerosol prodotti.	◆ Carenza di informazioni reperibili sul mercato e scarsa attenzione al problema polveri da parte dei produttori delle macchine e degli utensili da taglio.
◆ L'abbattimento della torbidità (flocculazione, decantazione) delle acque di ricircolo consente di evitare l'aumento di inquinanti aerodispersi.	◆ Non attuabile per le miscele abrasive usate nel taglio graniti.

D i f f i c o l t à
Classificazione, stoccaggio e lavorazioni separate
◆ Può richiedere un deciso rinnovamento.

Condizioni utensili ed ottimizzazione tecnologie

E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili (tempi di utilizzo, parametri di consumo e nuove tecnologie), privilegiando i produttori che forniscano tali indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra in un approccio di qualità di sistema.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

Il taglio a telaio, se non opportunamente controllato, comporta elevate dispersione di polveri sotto forma di aerosol respirabili**.** Le misure effettuate indicano che l'esposizione dell'operatore, nonostante gli interventi tecnici, permane in molti casi elevata.

Il telaio è una macchina di notevoli dimensioni e potenze installate. Lo sviluppo di polveri (ma anche la genesi di altri rischi: rumore, vibrazioni, infortuni), rende necessario l'allontanamento di tale lavorazione dalle altre attività di laboratorio, confinando tale attività in locali dedicati.

La presenza di più telai in un unico locale può aggravare l'esposizione dei lavoratori durante le operazioni di controllo e su impianti fermi (carico/scarico, armatura dei telai portalame, manutenzione) mentre altri telai contigui sono in funzione.

Nel caso di ardesie o graniti si ritiene pertanto indicata la segregazione dei singoli telai con idonee compartimentazioni in box.

POSSIBILI INTERVENTI DI PREVENZIONE

Le possibili tecniche / tecnologie di intervento preventivo possono essere così sintetizzate in ordine di priorità, sottolineando che i migliori risultati si ottengono combinando le diverse soluzioni).

6- segregazione
- con idonei box per ogni singolo telaio;
- in locali dedicati;
- con pareti e teli piombati per ogni singolo telaio.

7- impianti di aspirazione:
- all'interno dei singoli box;
- a cappa sopra ogni telaio.

La soluzione che abbina il box all'aspirazione è attualmente la più indicata (soprattutto in presenza di un numero elevato di telai), offrendo risultati migliori rispetto all'intervento singolo (solo box o sola aspirazione).

Le cappe di aspirazione sopra ogni telaio ed i teli perimetrali hanno minor efficacia e possono essere presi in considerazione solo in modo combinato ed in presenza di un numero contenuto di telai (1-2), a patto che questi siano:

- ubicati in locale dedicato, nel quale non siano presenti altre lavorazioni che prevedano la presenza degli addetti;
- che vi sia una procedura di carico/scarico e pulizia dei blocchi che limiti i tempi di permanenza dei lavoratori in sala telai (i migliori risultati sono stati osservati quando queste operazioni avvengono all'aperto con portellone di ingresso ai telai ubicato verso il piazzale;
- che siano attuate procedure di pulizia della sala telai con evacuazione e raccolta delle torbide prodotte.

Il confinamento dei telai in locale dedicato è in ogni caso indicato anche per ragioni produttive e costituisce la necessaria premessa per gli interventi specifici descritti.

Interessante inoltre lo studio di fattibilità di metodi ancora scarsamente utilizzati quali:

- vetri di controllo per evitare l'ingresso dell'operatore nel box;
- sistemi di controllo di tenditori idraulici e tiranti per le lame;
- registrazione automatica della biella in fase di cala;
- sistemi digitali di controllo dei parametri e delle condizioni di taglio in sala operativa remota, ovvero tutte quelle soluzioni impiantistiche che limitino o evitino l'interazione uomo/macchina durante le fasi di taglio;

- scaricatori automatici dei blocchi che consentono il lavoro notturno.

Le campagne di misure effettuate indicano, rispetto ai valori medi di polveri respirabili i seguenti valori di abbattimento:
l’aspirazione su box telai singoli rispetto al caso non aspirato offre un discreto abbattimento (circa 3 volte) (2006 Lombardia);
l’aspirazione nelle sale telai rispetto al caso non aspirato offre solo un lieve abbattimento (circa 1,1 volte) (2006 Lombardia, Piemonte);
la messa in opera di box (presenza di aperture < al 5 % dell’intera superficie) su telai singoli senza aspirazione offre un buon abbattimento (circa 2,3 volte) (2006 Liguria);

NB: tutte le soluzioni che prevedono impianti aspiranti dovrebbero essere dotate di:

→ sistema di rilevazione e segnalazione dell’efficienza dell’impianto, onde mantenere le portate aspiranti vicine ai valori nominali previsti dal costruttore e segnalare in tempo reale le necessità di manutenzione e cambio filtri. In questo senso occorre sottolineare che un impianto di aspirazione è considerabile a tutti gli effetti una macchina e pertanto soggetta agli obblighi della normativa che se ne occupa (es. marcatura CE e manuale tecnico). Inoltre occorre ricordare che gli elementi di un sistema di aspirazione da cui può derivare una deviazione dallo standard in termini di portata nominale possono essere molteplici: perdite di carico sui diversi filtri, intasamento di ugelli, torbidità dell’acqua utilizzata per gli abbattimenti, presenza di sporcizia o danno alle pale dei ventilatori. La possibilità di rilevare per tempo il degrado dei diversi elementi dovrebbe essere direttamente implementata e documentata dal costruttore. In quest’ottica nella scelta di una macchina gli utilizzatori dovrebbero orientarsi verso quei prodotti che già all’origine consentono questo tipo di controlli o almeno verso quei prodotti nel cui manuale gli interventi di manutenzione da programmare sono indicati con riferimento a parametri di efficienza quantificati e misurabili, con indicazione dei metodi di misura utilizzati all’origine per definire la relazione tra parametro e portata dichiarata.

In generale, in relazione a quanto dichiarato formalmente dal costruttore nel manuale tecnico della macchina, occorre che da parte degli utilizzatori siano messi a punto protocolli per la gestione e manutenzione degli impianti.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Separare il taglio con telai dalle altre lavorazioni mediante locali dedicati (sale telai) o incapsulamento in box riduce le esposizioni indebite e diminuisce i carichi di polvere da gestire; ◆ L’abbinamento di più soluzioni (box aspirato se praticabile) offre risultati migliori e garantisce un buon abbattimento della polverosità ◆ Interventi singoli (box o aspirazione) hanno comunque efficacia inferiore.	◆ Separare ed allontanare le lavorazioni introduce la necessità di adeguati spazi ed una conseguente organizzazione del lavoro. ◆ Necessità di costante manutenzione in quanto l’elevato carico di aerosol può rendere velocemente inefficace l’aspirazione ◆ L’assenza di aspirazione all’interno del box (soprattutto nel caso di telai graniti per la notevole capacità abrasiva della torbida utilizzata per il taglio) favorisce microclimi sfavorevoli e può danneggiare sia le pareti del box che la stessa macchina).

◆ Interventi più limitati (aspirazione a cappa e segregazione con pareti e/o teli perimetrali) possono essere presi in considerazione solo in modo combinato ed in presenza di precise condizioni: - numero esiguo di telai (1-2), ubicati in locale dedicato in cui non siano presenti altre lavorazioni che prevedano la presenza degli addetti, - operazioni di carico/scarico e pulizia dei blocchi che non prevedano eccessiva permanenza di lavoratori nel locale (meglio se effettuate su piazzale), - attivazione di procedure precise di pulizia del locale stesso. ◆ L'uso di metodi automatici o spie di controllo per evitare l'ingresso dell'operatore nel box telaio sono utili per la diminuzione dell'esposizione.	◆ I vetri di controllo si sporcano immediatamente (potrebbero essere usati tergilavavetro) o si possono velocemente rigare nel caso dell'uso delle torbide abrasive ◆ Scarsa efficacia in presenza di: - un numero elevato di telai; - presenza di addetti in sala telai per operazioni di carico/scarico e pulizia o altre lavorazioni; - scarsa pulizia del locale. ◆ Metodi di controllo automatico sono talora disponibili solo su alcune macchine nuove

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ La separazione delle lavorazioni contigue è vincolata dalla disponibilità di adeguati spazi e dalla fattibilità tecnica di rilevanti apprestamenti (idonee fondazioni etc.) ◆ Alcune soluzioni di governo e controllo necessitano ancora di un'idonea sperimentazione

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - n- Procedure di uso e di controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta (per prima cosa la portata di aspirazione) da cui derivi a sua volta una procedura per la manutenzione/sostituzione di tali elementi. In particolare è necessario sostituire per tempo i filtri ed i contenitori di stoccaggio a tenuta della polvere captata a fine circuito;
  - o- la frequente asportazione, ad umido, delle polveri residue (pulizia frequente dei locali). Questa deve in particolare riguardare a monte i blocchi prima del loro ingresso in sala telai, nonchè i mezzi provenienti dai piazzali esterni.
- Particolare attenzione và posta al lavaggio del telaio: se eseguito con acqua ad alta pressione che comporta esposizioni significative, privilegiare altre forme di pulizia o telai autopulenti.
- L'operazione di montaggio o spostamento delle lame dovrebbe essere fatta su un quadro portalame di riserva in un ambiente pulito e lontano dal rumore
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	Criticità
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l’ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività;	
◆ l’adozione di corrette procedure consente l’ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza e di mantenere ottimizzate le prestazioni dei dispositivi di captazione ed abbattimento delle polveri prodotte;	◆ l’introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro.
◆ la pulizia delle sale telai e dell’area di lavoro (esclusivamente ad umido) riduce la possibilità di risollevamento delle polveri. La pulizia dei mezzi e dei blocchi prima dell’ingresso in sala telai contribuisce a bloccare a monte potenziali sorgenti di polverosità secondarie.	◆ non si ha notizia di telai autopulenti ◆ la pulizia sale ed il lavaggio telai andrebbero eseguita a telai fermi, prevedendo–l’uso di DPI

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

- lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l’attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute;
- non tutti i telai permettono di apprestare le operazioni di montaggio lame con quadri di riserva in luoghi separati
- costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi etc) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nel taglio blocchi, in ragione dell'esposizione elevata, si rende necessario l'utilizzo di adeguati DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie. Tale utilizzo può essere omesso solo nei casi previsti al punto 1 "Riduzione del rischio alla fonte", durante l'utilizzo di lapidei esenti quarzo o in accessi in sale di taglio ardesie con telai confinati o in sale taglio graniti con telai confinati ed aspirati.
Nei casi ove si abbiano accessi prolungati in prossimità di telai funzionanti, per garantire la tollerabilità dei dispositivi di protezione si suggerisce l'uso di sistemi con respirazione facilitata (elettrorespiratori).

- ➲ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- ➲ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
- ➲ Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazioni potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);

- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;

- Cabona M., Castiglioni T., Gatti S., Marcenaro A.: Indagine preliminare, ambientale (inquinamento da polveri) e sanitaria (studio della bronchite cronica) in un campione di laboratori e cave di ardesia della Val Fontanabuona in Atti Convegno “Estrazione e lavorazione dei materiali lapidei: rischi, patologia e prevenzione”; Rapolano – Siena 18-19 aprile 1985.

- Cabona M., Castiglioni T., Bovone G.: Esperienza di bonifica ambientale in un laboratorio per la lavorazione di ardesia: isolamento acustico dei telai a lame diamantate in Atti dei convegno Nazionale Rumore e Vibrazioni – valutazione prevenzione e bonifica; Modena 22-24 novembre 1990.

- Zecchi C., Castiglioni T., Cabona M.: Atti del Convegno prevenzione del rischio di esposizione a silice libera cristallina a cura di INAIL , ASL 4, Organizzazioni Datoriali e Organizzazioni Sindacali ; S. Colombano Certenoli 10/12/2004.

- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni T., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria” - Materiali NIS Lapidei (2006)

- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; “Ricostruzione storica dell’esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell’INAIL”

- M.Cardu, C.Cigna, A.Giglietta, F.Lembo, E.Lovera, P.Marini, S.Nobile, M.Patrucco: “Evoluzione tecnologica ed aspetti di sicurezza del lavoro nelle attività di lavorazione delle pietre ornamentali: analisi preliminare nelle realtà produttiva del Verbano Cusio Ossola”, a cura di Regione Piemonte Assessorato Sanità, Asl 14 Dop. Prevenzione Spresal, Politecnico di Torino DITAG, pp. 1-83, ed. Presgrafica, Ornavasso (Vb), 2006, ISBN-10: 88-902249-1-6, ISBN-13:978-88-902249-1-1

- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di taglio blocchi e siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchine.com

ALLEGATO:

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

LABORATORIO: TAGLIO BLOCCHI

Taglio blocchi con telai multilame (tab. 1-2-3-4; Fig.1-2) *(Scheda NIS LF2.1)*

Buona l’efficacia del confinamento in box e della cappa aspirante sopra la zona di taglio; critico il lavaggio delle lastre e dei telai con lancia a pressione, che impone l’utilizzo di DPI; sempre importante la costante pulizia degli ambienti di lavoro e dei macchinari onde evitare risollevamenti della polvere, una volta che la fanghiglia è essicata.

Tab.1: Raffronto polvere respirabile e quarzo respirabile nel taglio blocchi con telai multilama

UTENSILE	1987 Polvere respirabile [mg/m^3]	1987 Quarzo respirabile [mg/m^3]	2006 Polvere respirabile [mg/m^3]	2006 Quarzo respirabile [mg/m^3]	Abbatt.	Classe di criticità
Box telaio singolo non aspirato (1)	-	-	1,69	0,186	-	4
Box telaio singolo aspirato (1)	-	-	0,60	0,037	5	2
Sala telai (non aspirati) (2)	1,98	23%	1.5	-	-	-
Sala telai (aspirati) (1)	-	-	1,32	0,066	1.1	3
Telai (3) anno 1992/93	1,18	0.09				
Box telai (3)	-	-	0,29	0,038	2.3	2

(1): Lombardia; (2): Piemonte; (3) Liguria

Tab.2: Raffronto polvere respirabile su telaio in box con porte chiuse ed aperte (Chiavari) e con sala telai sporca e pulita (Valdossola)

MISURA	Telaista	5m a fianco box	2m avanti box
Box telaio (porte chiuse) (3)	0,29	0,15	0,20
Box telaio (porte aperte) (3)	0,45	0,40	0,39
Sala telai sporca (2)	1,5	-	-
Sala telai pulita (2)	0,2	-	-

(2): Piemonte; (3) Liguria

Tab.3: Raffronto esposizioni su taglio blocchi al telaio da dati nazionali INAIL del decennio 1990- 2001

Litotipi (B)	**n. dati**	**media % quarzo**	**quarzo respirabile mg/m^3**					
			minimo	massimo	**media**	dev.st.	GM	GSD
granito	38	9,8	0,01	0,41	0,11	0,10	0,08	2,29
Marmi/pietre	11	7,9	0,01	0,23	0,08	0,06	0,05	2,76
ardesie	7	8,6	0,02	0,19	0,09	0,06	0,07	2,31

Tab. 4 Esperienza piemontese:differenza tra dati di polvere totale in sale telai con differente presenza di polvere sedimentata derivante da materiale proveniente da piazzali

N° misure	**Zona/mansione**	**Polveri respirabili** [mg/Nm^3]	**Quarzo respirabile** [mg/Nm^3]	**Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)**
1	zona fronte telai	4,6	0,39	1 telaio chiuso in azione Presenza polvere sedimentata.
1	zona controllo telai quadro comandi	1,1	0,21	2 telai chiusi in azione Presenza confinamento stagno Area abbastanza pulita
1	zona controllo telai retro-zona cinematismi	0,4	-	1 telaio chiuso in azione Presenza confinamento stagno Area pulita

Fig.1-2-3-4: Telaio per il taglio di blocchi di ardesia incapsulato in box (piccolo laboratorio - Liguria)

Fig.5-6-7-8: Batteria di telai per il taglio dei graniti incapsulati in box (grande azienda - Toscana)

Fig.9-10: Batteria di telai per il taglio dei graniti in box aspirati (grande azienda - Veneto)

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS LF3
Lavorazione: Fase 3 Trattamenti Superficiali

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell’esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l’individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell’impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell’articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L’allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *“files”* allegati al documento.

L’utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita’ di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l’ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all’attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

I trattamenti superficiali sono una operazione ricorrente nella lavorazione dei lastre dei materiali lapidei, che comprende tutte le tecnologie volte a modificare le superfici del materiale lavorato; essa si avvale per lo più di macchine utensili, anche se in qualche caso può essere effettuata manualmente.

Le macchine utensili usate sono per lo più ad acqua. Alcune di queste, in assenza di dispositivi di captazione e/o abbattimento, produrrebbero una significativa dispersione di polveri/aerosol. Si elencano di seguito le tipologie di macchine utilizzate suddividendole tra quelle operanti ad acqua e quelle operanti a secco secondo una logica di “polverosità potenzialmente derivabile dalla lavorazione” decrescente:

macchine per lavorazioni superficiali funzionanti ad acqua

- lucidatrici;
- calibratrici;
- rifilatrici;
- intestatrici;
- bisellatrici;
- bocciardatrici (di recente introduzione).

macchine per lavorazioni superficiali funzionanti a secco

- bocciardatrici;
- sabbiatrici - granigliatrici;
- fiammatrici;
- stuccatrici - resinatici.

Lo sviluppo tecnologico ha recentemente portato alla progressiva sostituzione delle macchine a ponte con le più moderne versioni a nastro, alla seriazione di più funzioni in linee automatizzate di lavoro, alla copertura delle stesse con cabine o tunnel, accorgimenti che hanno ridotto sensibilmente la dispersione di polveri e l’esposizione dei lavoratori.

Anche alcune macchine tradizionalmente operanti a secco (bocciardatrici) vedono oggi versioni che prevedono una iniziale bagnatura della superficie della lastra, mediante ugelli solidali con l’utensile, che emettono getti di acqua nebulizzata, con sensibile riduzione della polverosità.

Le campagne di misura condotte nei laboratori lapidei scelti come campione, dai cui risultati sono state desunte le considerazioni qui riportate, descrivono pertanto situazioni lavorative in cui erano presenti macchine già di “nuova generazione”. Inoltre, a differenza di altri tipi di lavorazione, non è stato possibile misurare con lo stesso livello di approfondimento raggiunto per altre tipologie di operazioni tutte le lavorazioni corrispondenti alla macchine elencate, ciò in ragione del fatto che molte lavorazioni sono state accorpate in un’unica macchina oppure vengono realizzate solo in caso di bisogno e per tempi non sufficienti a condurre campionamenti da cui derivino risultati affidabili.

Premessa

A – classificazione dei prodotti e stoccaggio

Una norma di buona prassi generale per quanto attiene la prevenzione del rischio da esposizione a silice libera cristallina nelle lavorazioni di trattamento superficiale è la classificazione dei prodotti lapidei da sottoporre a lavorazione di finitura in base al contenuto di quarzo nel materiale all'origine. La classificazione dovrebbe essere ampliata comprendendo le analisi mineralogiche che normalmente vengono effettuate per ciascuna tipologia di roccia lavorata (specie per i laboratori che possiedono anche una o più cave) facilitando in questo modo da parte dello staff di prevenzione aziendale (datore di lavoro, Responsabile e addetti del Servizio di Prevenzione e Protezione, Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza), nonché da parte di consulenti ed enti di controllo, la conoscenza di eventuali interferenti del quarzo nel momento in cui venga fatta una campagna di misura ed analisi per monitorare la situazione. A tale classificazione dovrebbe essere associato:

1- uno stoccaggio più razionale dei prodotti da lavorare, differenziato in base al tipo di roccia ed alla sua composizione mineralogica;

2- una procedura che consenta di sapere in modo chiaro le quantità e le tipologie delle rocce oggetto della classificazione che vengono lavorate giornalmente.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione:

→ manutenzione ed utilizzo degli utensili di lavoro montati sulle diverse macchine secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili o la superficie indicata dall'esperienza (da ricavare caso per caso), occorre ripristinare / sostituire l'utensile;

→ allontanamento delle torbide fuoriuscenti dalla macchina e delle acque utilizzate per la pulizia dei pezzi e della macchina;

→ tecniche avanzate di abbattimento della torbidità dalle acque di riciclo.

Vantaggi	Criticità
◆ La corretta sostituzione / ripristino degli utensili consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini.	◆ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività.
◆ L'evacuazione in canaletta delle acque torbide fuoriuscenti dalla macchina o delle acque utilizzate per la pulizia impedisce il depositarsi della polvere in esse contenute in zona lavoro;	◆ Necessità di predisporre canalette di raccolta intorno alla macchina e predisporre procedure di pulizia e lavaggio della zona di lavoro.
◆ L'abbattimento della torbidità (flocculazione, decantazione) delle acque di ricircolo consente di evitare l'aumento di inquinanti aerodispersi.	◆ Prevede di dotarsi di impianto di trattamento delle acque o di aumentare l'efficienza di quello già esistente;

D i f f i c o l t à
Classificazione, stoccaggio e lavorazioni separate ◆ Il passaggio a macchine di moderna concezione (a nastro, linee automatizzate, tunnel e cabine) può richiedere un deciso rinnovamento tecnologico. **Condizioni utensili ed ottimizzazione tecnologie** ◆ E’ necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili (tempi di utilizzo, parametri di consumo) **Trattamento acque** Richiede installazione di canalette di raccolta e dispositivi per pulizia ad umido in zona lavoro. In determinate circostanze ciò può voler dire spostare le lavorazioni in diverso capannone. L’installazione o l’aumento di efficienza di un impianto di trattamento può comportare la necessità di disporre di spazio maggiore per l’installazione dei diversi steps di trattamento.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

Lavorazione: Fase: Trattamenti Superficiali

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

I trattamenti superficiali, se effettuati con macchine di vecchia concezione, possono comportare in alcuni casi (bocciardatrici non incapsulate, lucidatrici automatiche o manuali a ponte etc.) un'elevata dispersione di polveri**.** Le misure effettuate indicano come in questi casi l'esposizione dell'operatore possa essere significativa. I risultati delle campagne di misura dimostrano invece che le nuove tecnologie (lucidatrici e calibratici a nastro, bocciardatrici cabinate con o senza irrorazione di acqua etc.) consentono, in genere, un buon abbattimento delle polveri prodotte da cui derivano esposizioni contenute. Tuttavia nelle situazioni in cui sia prevista l'apertura dei portelli di box e tunnel per attività di controllo e regolazione ad impianto anche parzialmente in funzione, si possono verificare esposizioni non trascurabili.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche di intervento preventivo possono essere così sintetizzate:

A- Lavorazioni effettuate con macchine di nuova generazione

a- In generale ed in particolare per le macchine ad umido (generalmente su nastro)

Recenti misurazioni hanno evidenziato come sia necessario evitare che eventuali fuoriuscite di torbida dalla macchina, una volta essiccate, costituiscano sorgente secondaria di polverosità che, altrimenti, nel tempo, contribuisce ad incrementare il fondo ambientale di polvere respirabile del capannone dove sono ubicate le macchine (misure Viareggio 2006/2007).
Una seconda sorgente di polverosità secondaria potrebbe derivare dalle dispersioni occorrenti durante le operazioni di manutenzione sulla macchina e dal materiale trasportato nei locali dai mezzi di carico e scarico provenienti dal piazzale. Per intervenire su queste sorgenti occorre istituire procedure di pulizia ad umido o mediante mezzi aspirati. In questo senso ed in generale le installazione impiantistiche di cui dotarsi sono costituite da mezzi per la pulizia ad umido e la raccolta delle torbide prodotte. Tali installazioni possono essere costituite da semplici canalette di raccolta e mezzi di erogazione d'acqua tanto quanto sistemi semoventi di pulizia ad umido ed aspirazione delle torbide prodotte (che presentano l'indubbio pregio di potersi utilizzare anche in altri locali).

b- Per lavorazioni confinate in box o tunnel aspirati con abbattimento e/o ricircolo del materiale captato

Dalle misure effettuate non emergono dispersioni di polveri significative. Queste potrebbero verificarsi al decadere delle prestazioni del sistema di aspirazione ed abbattimento e/ o ricircolo del materiale captato. Parimenti potrebbero aumentare le emissioni in atmosfera di materiale particolato da cui, in caso di non idonea ubicazione degli scarichi, si potrebbero verificare aumenti del fondo ambientale di polvere aerodipsersa anche in zona lavoro. Da una prima analisi della documentazione fornita alle aziende dai costruttori dei sistemi di aspirazione, abbattimento e/o ricircolo installati emerge che possono sussistere miglioramenti nella qualità delle informazioni fornite e richieste circa il funzionamento di detti sistemi ed in particolare circa il monitoraggio delle deviazioni da cui dipende il mantenimento dell'efficienza dei sistemi stessi.
Interessanti le nuove versioni di bocciardatrici cabinate ed aspirate che prevedono nei primi due trattamenti una bagnatura ad acqua con getti contrapposti direzionati sugli utensili in movimento:

recenti misurazioni hanno evidenziato come all’interno della cabina le concentrazioni di polveri siano basse e paragonabili a quelle esterne (Lombardia 2007).
Per le lucidatrici a nastro segregate in tunnel aperti superiormente, occorre verificare la produzione di aerosol contenenti silice libera cristallina e, in seguito alla valutazione dei rischi, condotta secondo Norma UNI 689/97 o mediante algoritmi di calcolo, adottare eventuali misure ulteriori di contenimento (ad esempio aspirazione dell’aerosol).

Va sottolineato inoltre che, in particolare per le granigliatrici (sabbiatrici in cui il materiale abrasivo è costituito da graniglia metallica), ulteriori miglioramenti circa il livelli di polvere dispersa potrebbero ottenersi se:

- i sistemi di raccolta finali del materiale abbattuto non fossero ubicati (specie quando costituiti da big bags semi chiusi) in prossimità dei portali di accesso ai locali del laboratorio
- i sistemi di recupero della graniglia metallica fossero ubicati all’esterno (possibilmente non in prossimità dei portali di accesso ai locali del laboratorio)
- i sistemi di recupero della graniglia metallica, quando ubicati all’interno dei locali del laboratorio, in prossimità della macchina avvenissero in contenitori chiusi ed aspirati o per lo meno chiusi

Occorre inoltre segnalare che le misure effettuate indicano che l’avvenuto confinamento delle macchine per lavorazioni superficiali in locali dedicati (operazione che ha un senso industriale oltre che igienistico giacchè trattasi di macchine disposte in serie che effettuano ciascuna una differente lavorazione superficiale) ha avuto buoni effetti sulle dispersioni e quindi sulle esposizioni giacchè:

1) ha consentito di applicare sistemi e procedure di pulizia dedicati;
2) ha evitato di ubicare lavorazioni effettuate con macchine di per se caratterizzate da basse dispersioni lontane da lavorazioni polverigene evitando pertanto esposizioni indebite ai lavoratori addetti al loro controllo. Un esempio di esposizione indebita su un addetto ad una granigliatrice in ragione della vicinanza della macchina ad un’area di lavoro dedicata alla finitura manuale a secco è riportato in allegato alla presente scheda.

<u>B- Lavorazioni effettuate con macchine di vecchia generazione</u>

Le poche misure disponibili effettuate su addetti a questa tipologia di macchine descrivono una situazione di dispersione inaccettabile da cui derivano esposizioni significative degli addetti. In questi casi per il controllo delle dispersioni è richiesto un impegno, in termini di installazioni impiantistiche da porre in essere, più elevato. Le campagne di misure effettuate indicano, rispetto ai valori medi di polveri respirabili, che le seguenti installazioni impiantistiche offrono un buon abbattimento delle dispersioni da cui deriva un significativo contenimento delle esposizioni (2006 Lombardia):

8- segregazione
- con idonei box (bocciardatrici/fiammatrici, sabbiatrici / granigliatrici) o tunnel (linee automatizzate di calibratura, lucidatura, innestatura, rifilatura, bisellatura);
- con locali dedicati.

9- aspirazione all’interno dei box/tunnel o in prossimità degli sfiati, abbattimento della polvere captata (nonché raccolta controllata dell’abbattuto) ed emissione in atmosfera lontana dai portali di accesso ai laboratori

Il confinamento in box delle macchine che lavorano a secco (bocciardatrici / fiammatrici, sabbiatrici / granigliatrici), ormai previsto in dotazione nei modelli di moderna concezione, confina e contiene

con buona efficacia l’elevato inquinamento da polveri prodotto da tali macchine (oltre ad abbattere il rumore) ed è da considerarsi indispensabile.
L’utilizzo di tunnel per le macchine a nastro (calibratici, lucidatrici, intestatrici, rifilatrici, bisellatrici etc.), ormai in dotazione nelle linee automatizzate di moderna concezione, confina e contiene con buona efficacia l’inquinamento da polveri, sotto forma di aerosol, significativamente prodotti da alcune di queste macchine (lucidatrici a ponte). Un sistema di aspirazione interno è tuttavia necessario quando sia necessaria l’apertura dei portelli dei box e tunnel per operazioni di controllo e regolazione ad impianto anche parzialmente in funzione.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Separare i trattamenti superficiali dalle altre lavorazioni mediante locali dedicati riduce le esposizioni indebite e diminuisce i carichi di polvere da gestire;	◆ Separare ed allontanare le lavorazioni, nonché dotarsi di installazioni per la pulizia ad umido e la raccolta delle torbide prodotte introduce la necessità di adeguati spazi ed una conseguente organizzazione del lavoro.
◆ Il controllo delle dispersioni residue mediante installazioni per la pulizia ad umido e raccolta delle torbide impedisce la formazione di sorgenti secondarie	◆ La gestione degli scarichi del materiale captato mediante sistemi chiusi e le operazioni di pulizia effettuate mediante sistemi semoventi per la pulizia ad umido ed aspirazione delle torbide prevede di dotarsi di tecnologie aggiuntive;
◆ La segregazione in box o tunnel delle macchine confina la dispersione di polveri, limitando l’esposizione degli addetti.	
◆ L’applicazione di getti nebulizzatori ad acqua sugli utensili di macchine a secco (bocciardatrici) ad integrazione della cabinatura aspirata riduce significativamente la dispersione di polveri.	◆ L’applicazione di getti nebulizzatori ad acqua sulle bocciardatrici implica un turn over tecnologico e deve essere valutata la sua compatibilità con le specifiche caratteristiche del materiale.
◆ La predisposizione di aspirazione interna ai box e tunnel in cui sia necessaria l’apertura dei portelli ad impianto anche parzialmente in funzione per operazioni di controllo e regolazione riduce l’esposizione dell’addetto.	◆ La predisposizione di aspirazione interna ai box e tunnel può comportare la modifica dell’impianto;
◆ La gestione degli scarichi del materiale captato dagli impianti di aspirazione riduce le dispersioni residue indebite	◆ Il controllo delle deviazioni degli impianti di aspirazione prevede un maggior impegno per ottenere la documentazione necessaria
◆ Il controllo delle deviazioni degli impianti di aspirazione aumenta l’efficienza e diminuisce la necessità di manutenzione dell’impianto stesso	

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

- La separazione delle lavorazioni contigue è vincolata dalla disponibilità di adeguati spazi.
- Il confinamento delle macchine in box o tunnel comporta il passaggio a nuove tecnologie.
- L’applicazione di acqua nebulizzata sulle superfici da bocciardare non è compatibile con tutti i materiali lapidei.

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - a- Procedure di uso e di controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia di bonifica scelta, da cui derivi a sua volta una procedura per la manutenzione/sostituzione di tali elementi quando non più conformi ai valori di efficienza voluti
  - b- la frequente asportazione, ad umido, delle polveri residue (pulizia frequente dei locali) e l'allontanamento delle torbide raccolte
  - c- il controllo, la regolazione e la manutenzione di macchine non segregate (sia a ponte che a nastro) deve essere effettuato, ove possibile, a macchine ferme o, comunque, limitato allo stretto necessario e con utilizzo di adeguati DPI.
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività;	◆ l'introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro.
◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza ed un maggior controllo della tecnologia da cui derivano minori interventi di manutenzione;	
◆ effettuare il controllo, la regolazione e la manutenzione di macchine non segregate (sia a ponte che a nastro) a macchine ferme o, comunque, limitarlo allo stretto necessario e con utilizzo di adeguati DPI, riduce l'esposizione dell'addetto in questa condizione critica.	◆ effettuare il controllo, la regolazione e la manutenzione di macchine non segregate (sia a ponte che a nastro) a macchine ferme o, comunque, limitarlo allo stretto necessario e con utilizzo di adeguati DPI, comporta una adeguata organizzazione del lavoro.
◆ la pulizia dell'area di lavoro (esclusivamente ad umido) e l'allontanamento delle torbide raccolte riduce la possibilità di risollevamento delle polveri	◆ la pulizia dell'area di lavoro andrebbe eseguita a macchine ferme o prevedere l'uso di DPI

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l'attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute;
◆ costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi etc) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Dalle campagne di misura effettuate si delinea una situazione in cui, quando le soluzioni indicate sono adottate e controllate, non pare necessaria (salvo ovviamente per quanto riguarda le operazioni di manutenzione). Le campagne di misura indicano tuttavia che nel momento in cui tali indicazioni restano disattese, in particolare quando tali lavorazioni sono ubicate in locali in cui sono presenti anche altre lavorazioni caratterizzate da dispersione cospicua di polveri l'adozione di DPI di classe P3 può essere necessaria, sulla base dei risultati della valutazione dei rischi. L'utilizzo dei DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie si rende ovviamente necessario nelle fasi di controllo e pulizia.

- I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- Nella fattispecie, nelle macchine a nastro non segregate, nelle lucidatrici a ponte ancora presenti e nelle operazioni di controllo e regolazione che comportino l'apertura dei portelli di box e tunnel ad impianto non aspirato anche parzialmente in funzione, è necessario l'utilizzo dei citati DPI.
- Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
- Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazioni potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni F., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria" - Materiali NIS Lapidei (in corso - 2006)
- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; "Ricostruzione storica dell'esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell'INAIL"
- sono inoltre disponibili sul web siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchine.com

1. UNI EN 689:1997 "Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione";
2. NIOSH HAZARD REVIEW Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, April 2002
3. Linee guida nell'esposizione professionale a silice cristallina. Documenti preparatori. Network Italiano Silice / Coordinamento Regioni – ISPESL – ISS – INAIL, settembre 2005. Edizioni Regione Toscana.
4. ACGIH [2006]. 2006 TLVs and BEIs: Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: American conference of Governmental Industrial Hygienists.
5. Atti del Convegno "Due giornate per la prevenzione", Livorno 17/18 maggio 2007, Edizioni Regione Toscana.

ALLEGATO:

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Tab. 1 Schema utilizzato per la classificazione dei giudizi di criticità

RANGE POLVERE RESP.	C	RANGE QUARZO RESP.	C	GIUDIZIO CRITICITA'	CLASSE CRITICITA'	DEFINIZ. CRITICITA'
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		

Tab. 2 Concentrazioni di polvere respirabile e quarzo per fase e lavorazione (ASL Sondrio - raffronto 2006-1987)

FASE	2 0 0 6		1987	
	Polveri Respirabili [mg/m^3] **media aritmetica**	**Quarzo respirabile** [mg/m^3] **media aritmetica**	**Polveri Respirabili** [mg/m^3] **media geometrica**	**Quarzo respirabile** [mg/m^3] **media geometrica**
Trattamenti Superficiali				
- impianti semiautom.(calibr., intestatr.)	0,29	0,005	-	-
- bocciardatrici a tunnel	0,29	0,005	-	
- lucidatrici a ponte	0,19	0,040	1,95	0,45

Tab. 3: Polvere e quarzo respirabili per lavorazione (raffronto ASL Sondrio 2006-INAIL Nazionale 1990-2001)										
FASE	**Gruppo Lavoro Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Polv. Resp.** [mg/m^3]	**N° dati**	**C**	**Gruppo Lavoro Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Quarzo Resp.** [mg/m^3] (Stima)	**C**	**G**
Trattamenti Superficiali										
- impianti semiautom.	0.29	1	0,25	1	1	0.005	1	0.020	1	**1**
- lucidatrici a ponte	0.19	1	0.60	73	2	0.040	2	0.036	2	**1**
(idem solo graniti)	(0.19)	1	(0.60)	8	2	(0.040)	2	(0.052)	3	**(2)**
- bocciardatura / fiammatura (tunnel)	0.29	1	0.55	10	1-2	0,005	1	0.051	2	**1**
- bisell.-attest.-scopp.	-	-	0.20	1	1	-	-	0.010	1	**1**
- rifilatrice-intestatrice	-	-	1.24	1	3	-	-	0.097	3	**3**
Legenda: C: classe di criticità riferita alle polveri o al quarzo respirabile - G: giudizio di criticità complessivo										

Tab. 4 Esperienza piemontese: sabbiatrici a tunnel a graniglia metallica ubicate in prossimità di una lavorazione di finitura manuale e precedute da attestatrice ad umido				
N° misure	**Zona/mansione**	**Polveri respirabili** [mg/Nm^3]	**Quarzo respirabile** [mg/Nm^3]	**Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)**
1	addetto zona carico	1,3	0,39	Area frontale ad una zona di finiture manuali: interferenza
1	addetto zona carico	1	0,21	Area frontale alla zona finiture manuali: interferenza
1	quadro comandi	0,7	-	Area prossima alla zona finiture manuali: interferenza
1	scarico	0,4	-	Area prossima alla zona finiture manuali: interferenza
Polveri respirabili →	**Mediana: 0,85 mg/Nm^3; Media: 0,85 mg/Nm^3 - Dev.Stand.: 0,38 Media geometrica : 0,77 mg/Nm^3 – Dev. Stand. geometrica Geo.: 2,20**			

Tab. 5 Esperienza piemontese: sabbiatrici a tunnel a graniglia metallica ubicate in un locale privo di lavorazioni costituenti sorgenti di polverosità				
N° misure	**Zona/mansione**	**Polveri respirabili [mg/Nm^3]**	**Quarzo respirabile [mg/Nm^3]**	**Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)**
1	quadro comandi (corpo macchina)	0,3	-	Macchina nuova, area pulita (scarico ciclone di recupero della graniglia in bidone aperto).
1	Addetto – corpo macchina	0,2	-	Area poco soggetta a transito mezzi e vicino a portale di collegamento. Macchina ferma per parte della misura per manutenzione (scarico ciclone di recupero della graniglia in bidone aperto).
1	corpo macchina	0,2	-	Area poco soggetta a transito mezzi e vicino a portale di collegamento. Macchina ferma per parte della misura per manutenzione (scarico ciclone di recupero della graniglia in bidone aperto).
Polveri respirabili →	**Mediana: 0,2 mg/Nm^3 - Media: 0,23 mg/Nm^3 - Dev.St.: 0,06**			

	Media geom: 0,23 mg/Nm^3 - Dev.St. Geo. : 2,40

Tab. 6 Esperienza piemontese: lucidacoste / lucidatrici a tunnel

N° misure	**Zona/mansione**	**Polveri respirabili** [mg/Nm^3]	**Quarzo respirabile** [mg/Nm^3]	**Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)**
1	addetto macchina	0,6	-	Area pulita ma manutenzioni non programmate effettuate durante turno
1	addetto macchina	0,3	-	Macchina nuova, area pulita, poco transito mezzi
1	quadro comandi	0,3	-	Macchina nuova, area pulita, poco transito mezzi
1	quadro comandi	0,3	-	Macchina nuova, area pulita, poco transito mezzi
1	addetto macchina	0,1		Macchina nuova, area pulita, nessun transito mezzi
Polveri respirabili →	**Mediana: 0,30 mg/Nm^3; Media: 0,32 mg/Nm^3 - Dev.Stand.: 0,18 Media geometrica : 0,27 mg/Nm^3 – Dev. Stand. geometrica Geo.: 2,30**			

Tab. 7 Esperienza piemontese: fiammatrice

N° misure	**Zona/mansione**	**Polveri respirabili** [mg/Nm^3]	**Quarzo respirabile** [mg/Nm^3]	**Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)**
1	addetto fiammatura	0,3	-	Area pulita, macchina chiusa, area di scarico umida, separata da altre lavorazioni.

Tab.8: Impianto automatico (cabinato ed aspirato con nebulizzatori ad acqua) di bocciardatura - fiammatura - spazzolatura lastre (Lombardia 2007)

Campionamento di area	**Durata**	**Polvere Respirabile Mg / m3**	**Quarzo Respirabile Mg / m3**	**Indice Rischio**
Interno al box	4h	0.31	0.022	0.88
Esterno al box	4h	0.41	0.021	0.84

Tab.9: Livelli di esposizione personale per gli addetti alle lucidatrici automatiche a nastro. Anni 2006-2007 (USL 12 Viareggio)

Fase di lavoro	**GM ± GSD mg/Nm^3**	**Num. campioni**
Lucidatrici automatiche a nastro	**0,033 ± 2,50**	**46**

Tab.10 Livelli di polverosità medi rilevati presso lucidatrici automatiche a nastro. Anni 2006-2007 (USL 12 Viareggio)

Zona di prelievo	**GM ± GSD mg/Nm^3**	**Num. campioni**
Carico	**0,854 ± 2,15**	**38**
Centro macchina	**0,358 ± 2,79**	**38**
Scarico	**0,155 ± 2,90**	**36**

Tab.11 Grado di criticità riscontrato in ciascuna specifica lavorazione delle fasi di lavorazione

N	***FASE***	***Punti immissione***	***Modalità dispersione***	***SCHEDA***	***CRITICITA'***
3	**TRATT. SUPERFICIALI**				
	Lucidatrici a ponte	Utensile / lastra	primaria e secondaria	-	Media
	Lucidatrici a nastro (Linee)	Utensile / lastra	primaria e secondaria	-	Bassa
	Bocciardatrici (senza box)	Utensile / lastra	primaria e secondaria	(EL3.1)	Elevata
	Sabbiatrici	Utensile / lastra	primaria e secondaria		Media
	Bisellatrici-scoppiatrici	Utensile / lastra	primaria e secondaria		Bassa
	Rifilatrici-intestatrici	Utensile / lastra	primaria e secondaria		Medio-Alta

Tab. 12 Linee generali di intervento strutturale per fasi e lavorazioni di laboratorio				
N	***FASE***	***INTERVENTO***	***EFFICACIA***	***GIUDIZIO***
3	**TRATT. SUPERFICI**			
	Lucidatrici a ponte	Locale dedicato	Buona	Utile
	Lucidatrici a nastro (linee)	-	-	-
	Bocciardatrici / Sabbiatrici	-	-	-

Tab.13 Linee generali di intervento tecnico per fasi e lavorazioni di laboratorio				
N	**FASE**	**INTERVENTO**	**EFFICACIA**	**GIUDIZIO**
3	***TRATT. SUPERFICI***			
	Lucidatrici a ponte	-	-	-
	Lucidatrici a nastro (linee)	-	-	-
	Bocciardatrici / Fiamma	**Box (incapsulamento)**	**Ottimo**	**Risolutivo**
	Sabbiatrici	**Box (incapsulamento)**	**Molto Buono**	**Risolutivo**

Tab.14 Linee generali di intervento organizzativo e procedurale per fasi e lavorazioni di laboratorio				
N	***FASE***	***INTERVENTO***	***EFFICACIA***	***GIUDIZIO***
3	TRATT. SUPERFICI	*Lavoro-Manut.- Pulizia-Corr.aria*	*Buona*	*Necessario*

Tab.15 Linee di utilizzo di DPI a integrazione di quanto sopra per fasi e lavorazioni di laboratorio				
N	***FASE***	***INTERVENTO***	***EFFICACIA***	***GIUDIZIO***
3	TRATT. SUPERFICI	-	-	-

Tab.16 Benefici in termini di criticità nelle lavorazioni di laboratorio in cui sono state testate soluzioni					
LABORATORIO	**BASSA 1**	**MEDIA 2**	**MEDIOALTA 3**	**ELEVATA 4**	**MOLTO ELEVATA 5**
Tratt. Sup.					
Bocciardatrice	Box			Tradizionale	

Tab.17 Laboratorio: Sintesi delle soluzioni testate								
LABORATORI	**C**	**SOLUZIONE**	**C**	**PR mg/m3**	**QR Mg/m3**	**ABB ATT**	**M**	**DPI**
Trattamenti Sup.								
Bocciardatura	4	Cabinata	1	? / 0.29	? / 0.05	-	-	-

Tab.18 Benefici in termini di criticità nelle lavorazioni di laboratorio in cui sono state testate soluzioni					
LABORATORIO	**BASSA 1**	**MEDIA 2**	**MEDIOALTA 3**	**ELEVATA 4**	**MOLTO ELEVATA 5**
Tratt. Sup.					
Bocciardatrice	Box			Tradizionale	

Tab.19 Laboratorio: Sintesi delle soluzioni testate								
LABORATORI	**C**	**SOLUZIONE**	**C**	**PR mg/m3**	**QR Mg/m3**	**ABB ATT**	**M**	**DPI**
Trattamenti Sup.								
Bocciardatura	4	Cabinata	1	? / 0.29	? / 0.05	-	-	-

Fig.1-2: Linee a nastro di trattamento superficiale (levigatrici, lucidatrici etc.)

Fig.3-4: Bocciardatrici cabinate con ugelli erogatori di acqua nebulizzata

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS LF4
Lavorazione: fase 4 Taglio Lastre

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Rev.00 del 20/11/2007

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte

ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Il taglio delle lastre in laboratorio (F4: taglio lastre) viene di norma effettuato con macchine utensili a disco destinate allo scopo (segatrici).

Le segatrici a ponte (“frese a ponte”) sono di norma costituite da un banco fisso o girevole di appoggio della lastra e da una trave di acciaio che scorre su binari, sulla quale è collocato il gruppo motore ed il relativo albero rotante (“mandrino”), che monta un disco diamantato; un sistema di irrorazione ad acqua garantisce il raffreddamento dell’utensile e l’asporto dei detriti.

Le segatrici a bandiera (“frese a bandiera o a colonna”) sono simili alle precedenti, ma il taglio è assicurato da un braccio mobile che cala sul pezzo.

Le segatrici a nastro (intestatrici-attestatrici, rifilatrici, scoppiatici, bisellatrci) sono dotate di un nastro trasportatore che guida il pezzo alla zona di taglio, dove il disco agisce sulla base di un meccanismo a ponte o a bandiera. Le moderne versioni sono di norma collocate su linee di lavorazione in serie con macchine per il trattamento superficiale e sono state pertanto analizzate nella relativa scheda. Restano tuttavia in uso alcune versioni monofunzionali di:

- scoppiatici: per lo più automatizzate, vengono utilizzate per il taglio in strisce di masselli; la zona di taglio è costituita da uno o più mandrini che montano uno o più dischi paralleli di piccolo diametro; anche qui un sistema di irrorazione ad acqua garantisce il raffreddamento dell’utensile e l’asporto dei detriti.

- attestatrici (intestatrici) sono invece utilizzate per tagliare in passata la testa e la coda delle strisce che avanzano sulla rulliera, portando così il pezzo alla lunghezza desiderata; sono costituite da un albero rotante (“mandrino”), che monta uno o due dischi diamantati verticali; tali macchine, anch’esse ad acqua, sono per lo più automatizzate, ma esistono ancora modelli semiautomatici con asservimento manuale.

Le segatrici per lastre possono avere diversi gradi di automazione e di norma comprendono:

- segatrici (frese) a ponte monodisco o multidisco (continue: con taglio longitudinale e trasversale in sequenza; a banco girevole: con possibilità di taglio a qualsiasi inclinazione);

- segatrici (frese) monodisco a bandiera o a colonna;

- segatrici a nastro: scoppiatici, attestatrici.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione.

→ Manutenzione ed utilizzo di dischi secondo le indicazioni del produttore; nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell’utensile indicate dal costruttore come accettabili o la superficie di taglio indicata dall’esperienza (da ricavare caso per caso), occorre ripristinare / sostituire l’utensile;

→ Uso di tecnologie moderne di taglio ed ottimizzazione del rapporto velocità di rotazione/cala dei dischi;

→ Tecniche avanzate di disinquinamento delle acque di riciclo.

V a n t a g g i	Criticità
◆ La corretta sostituzione / ripristino degli utensili consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini. ◆ Il miglioramento della tipologia di dischi e l'utilizzo di corretti rapporti dei parametri di taglio consente di conciliare aumenti di efficienza con la diminuzione degli aerosol prodotti. ◆ L'abbattimento delle acque di ricircolo consente di evitare l'aumento di inquinanti aerodispersi.	◆ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività. ◆ Carenza di informazioni reperibili sul mercato e scarsa attenzione al problema polveri da parte dei produttori delle macchine e degli utensili da taglio.

D i f f i c o l t à
Condizioni utensili ed ottimizzazione tecnologie E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili (tempi di utilizzo, parametri di consumo e nuove tecnologie), privilegiando i produttori che forniscano tali indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra in un approccio di qualità di sistema.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

Lavorazione: Fase: Taglio Lastre

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

Il taglio delle lastre con segatrici comporta una certa dispersione di polveri sotto forma di aerosol respirabili nei pressi della zona di taglio, soprattutto in presenza di più macchine.

L’osservazione sul campo e le campagne di misura effettuate suggeriscono l’ipotesi che l’esposizione dell’addetto sia significativamente influenzata dalle dimensioni del disco e dagli accessi ravvicinati dell’operatore alla macchina.

Essa è quindi maggiore sulle segatrici (a ponte, a bandiera, a nastro) di vecchia concezione non automatizzate o semi automatizzate, che comportano il comando diretto dell’organo di taglio o l’asservimento manuale del pezzo, in quanto la dispersione di aerosol è limitata dal solo carter di protezione dell’utensile.

Nelle segatrici a ponte (mono o multidisco), oggi automatizzate, l’esposizione è sostanzialmente correlata agli accessi dell’operatore vicino al banco (controindicati per ragioni di sicurezza antinfortunistica e non necessari dal punto di vista tecnico, in quanto il controllo del taglio avviene con raggio laser) per controllare da vicino la lavorazione.

Nelle segatrici a nastro, di norma inserite in linee di trattamento superficiale incapsulate in tunnel, l’esposizione è invece trascurabile, come trattato nella scheda di quella fase.

Le campagne di misura effettuate indicano infatti una certa variabilità dei livelli di esposizione, con punte di non trascurabile inquinamento; i dati risentono tuttavia sensibilmente delle dimensioni del disco, del numero e del tipo di macchine presenti nel locale, della compresenza di altre lavorazioni e delle procedure (accessi nelle zone a rischio) in uso; in condizioni operative corrette i livelli di esposizione sulle segatrici con dischi di piccole-medie dimensioni, risultano accettabili, a conferma della non complessa governabilità delle criticità altrove riscontrate.

Le segatrici a nastro di nuova concezione, di norma incapsulate in tunnel con macchine di trattamento superficiale, comportano un basso rischio e sono comunque trattate nella scheda di quella fase (Scheda LF3);

le poche versioni manuali o semi automatizzate ancora in uso, comportando la presenza ravvicinata dell’addetto impongono l’utilizzo di DPI nelle operazioni di taglio ed asservimento a macchina in funzione.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche di intervento preventivo possono essere così sintetizzate:

10- Confinamento o compartimentazione (solo in casi particolari per segatrici a ponte e a bandiera con dischi di medio-grandi dimensioni: >1000mm)

- Con locali e box dedicati, con paratie o schermi amovibili;

11- Distanze di sicurezza (segatrici a ponte)

- Barriere distanziatici e dispositivi di arresto in caso di avvicinamento.

12- Automazione

- Remotizzazione dell’addetto sul pulpito comandi (segatrici a ponte)
- Incapsulamento in tunnel (segatrici a nastro)

1- Confinamento

Il confinamento delle segatrici in locale o box (anche semiaperto) dedicato è indicato solo per le segatrici che montano dischi di maggiori dimensioni (>1000mm: vedi tagliablocchi) e producono maggiori quantità di aerosol e rumore; essa comporta tuttavia, se la presenza dell’addetto è continua, un impianto di aspirazione nel locale o una cabina climatizzata per l’addetto.

Laddove invece, sulla base della specifica valutazione del rischio (condotta secondo Norma UNI 689/97 o mediante algoritmi di calcolo) si determinino significative esposizioni degli addetti (es.locali con numerose machine ravvicinate) devono essere valutati ulteriori interventi, quali:

- totale confinamento della postazione di comando (cabina);
- parziale sconfinamento della postazione di comando (cabina semichiusa, paratie trasparenti sui pulpiti, schermi paraspruzzi sulle parti finali dei ponti etc.);
- interventi di riduzione del numero di macchine contemporaneamente in funzione (o in alterntiva del numero di addetti deputati al controllo mediante cabine di comando centralizzate su più macchine).

2- Distanze di sicurezza
Le protezioni di sicurezza antinfortunistica di cui sono dotate le moderne macchine (barriere distanziatici, dispositivi optoelettronici di arresto) impediscono inoltre l'avvicinamento dell'addetto alla fonte di polveri (macchina) e concorrono quindi anche a ridurne l'esposizione.

3- Automazione
La scelta di modelli automatizzati consente di mantenere l'operatore ad adeguata distanza nelle frese a ponte (pulpito di comando con puntatore a raggio laser) e di incapsulare in tunnel quelle a nastro.
In ogni caso occorre limitare gli accessi dell'operatore nella zona di taglio a macchina in funzione con adeguate procedure ed adeguati DPI.
Le campagne di misure effettuate indicano infatti, rispetto ai valori limite per le polveri respirabili e per il quarzo, che le soluzioni indicate offrono un buon abbattimento del rischio (2006 Lombardia).

V a n t a g g I	Criticità
◆ Confinare le segatrici in locali o box dedicati è indicato solo per le macchine che montano dischi di medio-grandi dimensioni (vedi tagliablocchi), riduce la dispersione di aerosol all'esterno; tuttavia la soluzione è valida solo se l'addetto non è fisso, siano installate o un impianto di aspirazione o una cabina climatizzata all'interno del locale. ◆ Cabine semichiuse e paratie sul pulpito di comando, schermi paraspruzzi sulle parti finali del ponte, riduzione del numero di macchine contemporaneamente in funzione possono essere applicati sulle postazioni di comando delle segatrici, soprattutto in locali dove vi è la presenza di numerose macchine ravvicinate. ◆ Le protezioni di sicurezza antinfortunistica di cui sono dotate le moderne macchine (barriere distanziatici e dispositivi optoelettronici di arresto) impediscono l'avvicinamento alla macchina e concorrono a ridurre l'esposizione.	◆ La creazione di locali o box implica l'installazione di un impianto di aspirazione per ridurre la concentrazione di aerosol o cabine di comando climatizzate e filtrate. ◆ Cabine semichiuse e paratie sul pulpito di comando, schermi paraspruzzi sulle parti finali del ponte debbono essere amovibili per ridurre la concentrazione di aerosol sulla postazione di lavoro. ◆ La riduzione del numero di macchine contemporaneamente in funzione implica scelte organizzative conseguenti. ◆ La messa in sicurezza delle macchine ai fini antinfortunistici implica interventi di adeguamento sulle macchine di superata concezione. ◆ La scelta di modelli automatizzati implica un rinnovamento tecnologico dell'azienda.

◆ I modelli automatizzati di segatrici, oltre che più efficaci dal punto di vista produttivo, consentono la permanenza dell'addetto ad adeguata distanza (pulpito di comando delle segatrici a ponte con puntatore a raggio laser) e l'incapsulamento di quelle a nastro (tunnel), limitando l'interazione uomo/macchina.	

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ La separazione delle lavorazioni contigue è vincolata dalla disponibilità di adeguati spazi.

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - p- Procedure di gestione e controllo delle lavorazioni, con particolare riguardo alle macchine ed alle deviazioni e guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta, compresa la manutenzione/sostituzione di tali elementi.
  - q- Nello specifico dovranno essere messe in atto procedure adeguate che consentano il controllo della lavorazione da distanze di sicurezza dall'aerea di taglio, anche per ragioni antinfortunistiche, e che riducano in ogni gli accessi ravvicinati, definendone modalità (fermo macchina) e dotazioni (DPI).
  - r- L'asportazione delle polveri residue (evacuazione ad umido mediante cabalette e grigliati, pulizia frequente dei locali)
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività; ◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza; ◆ il controllo della lavorazione da distanze di sicurezza, la riduzione dei tempi di presenza degli addetti in prossimità delle macchine di taglio e la definizione di modalità adeguate (fermo macchina e DPI), oltre a proteggere l'operatore da rischi infortunistici, riduce l'esposizione a polveri degli addetti;	◆ l'introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro; ◆ l'introduzione di procedure che consentano il governo della lavorazione a distanza e limitino la presenza degli addetti in prossimità delle macchine implica la ridefinizione delle modalità di gestione e controllo della lavorazione.
◆ l'evacuazione delle acue di lavorazione mediante cabalette e grigliati, nonchè la pulizia dell'area di lavoro (esclusivamente ad umido) riduce la possibilità di risollevamento delle polveri.	◆ la pulizia dell'area di lavoro andrebbe eseguita a macchine ferme o prevedere l'uso di DPI

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l’attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute; ◆ costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi etc) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l’applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI, appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, resta appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l’entità del rischio residuo nella situazione particolare.

L’esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene contenuta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l’ordine di priorità assegnato.
Nel taglio lastre con segatrici si rende necessario l’utilizzo di DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie durante gli accessi in prossimità delle macchine (area di taglio) per attività di asservimento, controllo e pulizia.

➲ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 02/05/2001) con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.

➲ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all’utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia

V a n t a g g i	Criticità
Assicura, in abbinamento all’intervento tecnico, una soddisfacente protezione degli addetti, altrimenti esposti a concentrazioni potenzialmente significative.	Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all’uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell’area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni F., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria" - Materiali NIS Lapidei (in corso - 2006)
- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; "Ricostruzione storica dell'esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell'INAIL"
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di taglio blocchi e siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchin

ALLEGATO:
APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Tab.1: Schema di classificazione dei giudizi di criticità utilizzato

RANGE POLVERE RESP.	C	RANGE QUARZO RESP.	C	GIUDIZIO CRITICITA'	CLASSE CRITICITA'	DEFINIZ. CRITICITA'
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO

+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO

Tab. 2: Polvere e quarzo respirabili per lavorazione (raffronto GDL-INAIL Nazionale 1990-2001)										
FASE	Gruppo Lavoro Polv. Resp. [mg/m^3]	C	INAIL Polv. Resp. [mg/m^3]	N° dati	C	Gruppo Lavoro Quarzo Resp. [mg/m^3]	C	INAIL Quarzo Resp. [mg/m^3] (Stima)	C	G
Taglio Lastre										
- segatrici (frese)	0.36	1	0.73	156	2	0.015	1	0.045	2	2
(idem solo graniti) (1)	(0.36)	1	(0.73)	12	2	(0.015)	1	(0.069)	3	(2)
(idem solo graniti) (2)	2.24	4	-	29		0.022	1	-	-	2
- bisell.-attest.-scopp.	-	-	0.20	1	1	-	-	0.010	1	1
- rifilatrice-intestatrice	-	-	1.24	1	3	-	-	0.097	3	3
- tascatrici (frese a tazza)	-	-	0.54	5	1	-	-	0.041	2	1
Legenda: (1) Lombardia; (2) Toscana C: classe di criticità riferita alle polveri o al quarzo respirabile G: giudizio di criticità complessivo										

Tab. 3 Esperienza piemontese: segatrici				
N° misure	Zona/mansione	Polveri respirabili [mg/Nm^3]	Quarzo respirabile [mg/Nm^3]	Osservazioni/motivazioni (procedurali o tecnologiche)
1	fronte fresa	0,4	-	Area pulita, macchina ad umido
1	fronte fresa	0,3	-	Area pulita, macchina ad umido
1	fronte fresa	0,3	-	Area pulita, macchina ad umido
1	fronte fresa	0,2	-	Area pulita, macchina ad umido
1	quadro comandi	0,2	-	Area pulita, macchina ad umido, vicina a portale aperto su piazzale.
Polveri respirabili →		Mediana: 0,30 mg/Nm^3; Media: 0,28 mg/Nm^3 - Dev.Stand.: 0,08 Media geometrica : 0,27 mg/Nm^3 – Dev. Stand. geometrica Geo.: 1,90		

Le segatrici (frese) per lastre possono produrre anch'esse aerosol potenzialmente nocivi; all'esposizione dell'addetto contribuiscono significativamente gli accessi nei pressi della macchina per controllare le operazioni di taglio.
Gli interventi tecnici e procedurali indicati:
- confinamento delle segatrici in locali (o box e aree compartimentate) dedicati;
- dispositivi di sicurezza (barriere e interblocchi che impediscono l'accesso a zone pericolose a macchina funzionante);

- automazione delle segatrici con possibilità di permanenza dell'addetto sul pulpito comandi delle frese a ponte e di incapsulamento di quelle a nastro;
- adeguate procedure che consentano il governo della lavorazione a distanza di sicurezza e riducano i tempi di presenza degli addetti nei pressi delle macchine;
- utilizzo di DPI durante tali accessi ravvicinati

possono adeguatamente contenere l'esposizione degli addetti.

Infatti le misure effettuate nel taglio delle lastre in tali condizioni denotano un grado di criticità basso (valori di concentrazione >0.025mg/m3), mentre in assenza di queste si determinano esposizioni superiori.

Fig.1-2: Segatrici (frese) a ponte ed a bandiera

Fig.3: Segatrice Multidisco

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS LF5.1
Lavorazione: fase 5 finitura
Finitura manuale

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

B – utilizzo dei DPI

Nella presente scheda vengono date indicazioni di tendenza circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui. Al di là delle indicazioni date in questa sede, la scelta di un particolare DPI all'interno della classe di protezione indicata, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Premessa

A – classificazione dei prodotti e stoccaggio

Una norma di buona prassi generale per quanto attiene la prevenzione del rischio da esposizione a silice libera cristallina nelle attività di finitura manuale è la classificazione dei prodotti lapidei da sottoporre a lavorazione di finitura in base al contenuto di quarzo nel materiale all'origine. La classificazione dovrebbe essere ampliata comprendendo le analisi mineralogiche che normalmente vengono effettuate per ciascuna tipologia di roccia lavorata (specie per i laboratori che possiedono anche una o più cave) facilitando in questo modo da parte dei responsabili della sicurezza aziendale (RSPP e RSL), da parte di consulenti ed enti di controllo, la conoscenza di eventuali interferenti del quarzo nel momento in cui venga fatta una campagna di misura ed analisi per monitorare la situazione. A tale classificazione dovrebbe essere associata una procedura che consenta di sapere in modo chiaro le quantità e le tipologie delle rocce oggetto della classificazione che vengono lavorate giornalmente. Ciò semplifica enormemente la valutazione del rischio mediante valutazione delle esposizioni perchè consente di identificare puntualmente gli agenti materiali di pericolo lavorati e di conoscere (se le misurazioni vengono effettuate con regolarità) le conseguenze delle singole lavorazioni di finitura effettuate sulle specifiche tipologie di roccia sulla esposizione.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.
Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante l'attività di finitura manuale. In fase preliminare si possono citare:

→ utilizzo esclusivo di utensili affilati, manutenuti ed utilizzati secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili, o il numero di pezzi lavorati indicati dall'esperienza (da ricavare caso per caso) oltre i quali occorre ripristinare / sostituire l'utensile questo non deve essere più utilizzato;

→ utilizzo di macchine manuali con irrorazione d'acqua nella zona di contatto tra utensile di lavoro e roccia: consente una rimozione più efficiente e veloce dello sfrido di lavorazione;

→ utilizzo di macchine portatili aspirate.

NB: per una miglior leggibilità della scheda, l'analisi delle tecnologie utilizzanti sistemi ad acqua ed aspirazione in prossimità dell'utensile - anche se queste costituiscono prevalentemente intervento sulla produzione di polveri e pertanto alla fonte - è stata affrontato nell'Allegato 2.

V a n t a g g i	Criticità
◆ La classificazione delle rocce in base alle loro tipologia, alla loro composizione mineralogica ed in particolare al loro contenuto di quarzo, consentirebbe una più esaustiva identificazione degli agenti materiali di pericolo ed un buon raccordo con gli elementi del sistema qualità; consentirebbe inoltre un maggior controllo dei materiali che entrano nello stabilimento. Consente inoltre di sapere, sul medio termine se una certa serie di misurazioni vengono effettuate, quali attività su quali rocce concorrono maggiormente a determinare i valori di esposizione ottenuti. ◆ La corretta sostituzione / ripristino dell'utensile di finitura consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini consente inoltre di procedurare e controllare la necessità di manutenzione;	◆ Tale approccio peraltro, per alcuni laboratori, potrebbe comportare la creazione di una piccola banca dati in cui caricare i dati di tipologia e quantità di rocce lavorate giornalmente suddivise ciascuna per tipologia di attività di finitura specifica effettuata (bocciardatura, levigatura, lucidatura, levigatura e lucidatura coste, taglio, picconatura, etc.) ◆ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività;

D i f f i c o l t à
Classificazione, stoccaggio e lavorazioni separate
◆ E' un intervento che può richiedere un deciso rinnovamento della politica di lavoro dello stabilimento.
Condizioni utensili
◆ E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili circa tempi di utilizzo e parametri di consumo, nonché privilegiare i produttori che forniscono queste indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra ovviamente in approccio in qualità di sistema.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

La finitura manuale, se non opportunamente progettata, comporta dispersione di polvere molto elevata, soprattutto nell'utilizzo di utensili a secco**.** La posizione dell'operatore è inoltre forzatamente ravvicinata rispetto alla sorgente e le misure effettuate indicano che l'esposizione dell'operatore, nonostante gli interventi tecnici, rimane comunque in molti casi elevata.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche / tecnologie di intervento preventivo possono essere così sintetizzate in ordine di priorità (l'utilizzo di una tecnica non esclude quello di un'altra, anzi i migliori risultati si ottengono mediante utilizzo combinato delle diverse tecniche / tecnologie)

- abbattimento delle polveri mediante irrorazione d'acqua sull'utensile[1]
- contenimento della dispersione di polveri mediante macchine portatili aspirate[1].
- contenimento della dispersione di polveri con specifiche attrezzature di aspirazione
- procedure ed organizzazione di impianti e lavorazioni[2]

<u>1 Abbattimento delle polveri mediante macchine portatili ad umido</u>

L' irrorazione di acqua nella zona di contatto utensile di lavoro / roccia, applicata alle macchine portatili per finitura manuale, ma anche in generale, non interviene solo sulla bagnatura dello sfrido <intervento sulla propagazione> ma da' luogo ad una asportazione piu' efficiente dello stesso, con conseguente contenimento delle sovramacinazioni. In quest'ultimo senso può, a rigore, essere inquadrato anche tra le tecniche di intervento alla sorgente.

Le soluzioni commercialmente disponibili sono le seguenti:

- **Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua** (spurgo ad acqua sull'utensile): è costituita da utensili dotati di sistema di abbattimento della polvere prodotta con immissione d'acqua sull'utensile rotante.

Esempi: Il loro impiego è stato osservato limitatamente ad operazioni di lucidatura.

<u>2. Contenimento della dispersione di polveri mediante macchine portatili aspirate</u>

L'aspirazione effettuata direttamente a bordo macchina è realizzata mediante l'utilizzo di cappe aspiranti avvolgenti l'utensile di lavoro aventi forma tale da realizzare un flusso di aspirazione il più possibile concorde con la direzione di propagazione della polvere prodotta.

Si utilizzano per realizzare in prossimità della zona di lavoro, e pertanto di produzione delle polveri, le velocità di cattura necessarie per la captazione delle particelle che localmente si producono ed aerodisperdono. E' noto da letteratura che tali velocità, quando si tratta di particelle generate da attività di finitura manuale si attestano "in prima battuta" intorno a:

- 10 m/s: per lavorazioni abbastanza continue che generano particelle dotate di elevata velocità iniziale effettuate in un ambiente di lavoro con presenza di correnti d'aria che possono contrastare la captazione delle particelle da parte di un sistema di aspirazione. Tale velocità è inoltre consigliata nel momento in cui l'elemento terminale del sistema di aspirazione è costituito da una cappa aspirante di piccole dimensioni;

---

[1] nonostante siano tecniche che costituiscono interventi alla sorgente, in quanto agenti sulla produzione di polveri, l'analisi di tali tecnologie è stata spostata in questo allegato per una miglior leggibilità della scheda.

[2] nonostante questa tipologia di interventi influisca direttamente sulla efficienza delle precedenti installazioni impiantistiche, è stata descritta, per coerenza rispetto ai contenuti, nell'Allegato 3 della presente scheda.

- 2,5 m/s: per lavorazioni discontinue che generalo particelle dotate di bassa velocità iniziale effettuate in un ambiente di lavoro con assenza di correnti d'aria o con presenza di correnti d'aria che agevolano la captazione delle particelle da parte di un sistema aspirante. Tale velocità è inoltre consigliata nel momento in cui l'elemento terminale del sistema di aspirazione è costituito da una cappa aspirante di grosse dimensioni.

L' aspirazione a bordo utensile viene utilizzata per avere a disposizione questi valori di velocità di cattura attraverso modeste portate di aspirazione. La contropartita è il non potersi permettere grosse perdite di carico e pertanto limitare la lunghezza dei condotti di collegamento tra l'elemento aspirante ed il terminale di connessione all'utensile. Il diametro dei condotti è infatti di per se limitato per non appesantire la macchia e non inficiarne la maneggevolezza.
Approssimativamente per tubazioni da circa 2,5 ÷ 4 cm di diametro la lunghezza deve essere limitata a circa 3 metri. Si utilizzano inoltre condotti flessibili filettati all'esterno (con interno liscio) per evitare piegature od ostruzioni.

Generalmente si utilizza un gruppo aspirante centralizzato a cui si connettono gli utensili da aspirare. Come sistemi aspiranti si utilizzano delle turbine multi stadio di tipologia simile a quelle implementate negli aspiratori industriali: la scelta ed il dimensionamento delle caratteristiche del sistema aspirante va fatta sulla base della massima portata richiedibile contemporaneamente dai diversi utensili. Prima della turbina occorre un separatore di polvere primario ed un filtro per evitare abrasione

Le cappe aspiranti montate a bordo macchina sono fatte di lucite o di altro materiale trasparente.

NB: diversamente da altre applicazioni la pressione statica in gioco è sensibilmente maggiore rispetto alla pressione atmosferica con problemi di massa volumica, compressibilità e viscosità dell'aria (nelle applicazioni generali la bassa differenza tra pressione statica e atmosferica consente di considerare l'aria fluido incompressibile).

Esempi:
Nelle aziende oggetto delle indagini non è stata riscontrata applicazione di tale tecnologia

3. Contenimento della dispersione di polveri con specifiche attrezzature di aspirazione

➲ Le soluzioni disponibili sul mercato sono molteplici, ma caratterizzate da diverso costo e diversa efficacia preventiva. In particolare è da segnalare che il banco aspirato, attualmente la soluzione più diffusa in Italia, per concezione e variabilità dei pezzi lavorati, nonchè per assenza di utilizzo di sistemi flangiati ad isolare la zona interessata dall'aspirazione, risulta spesso inadeguato ad un'efficace captazione delle polveri, se non integrato con altri sistemi preventivi (cappa aspirante mobile orientabile – proboscide - , parete a fenditura/e aspirante/i con o senza abbattimento primario ed eventualmente secondario ad acqua).

Le soluzioni commercialmente disponibili e diffuse nelle aziende osservate sono le seguenti:

- **pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA):** impianti simili alle tradizionali cabine di verniciatura, dotati di una parete aspirante e di un sistema di abbattimento ad acqua (primario a velo o pioggia d'acqua e secondario a nebulizzazione d'acqua);
- **pareti a multifenditure aspiranti**: impianti costituiti da una parete su cui sono allocate multifenditure aspiranti;
- **griglie di aspirazione a pavimento ed immissione d'aria dall'alto**: impianti simili alle cabine pressurizzate di verniciatura per carrozzerie, dotati di un sistema aspirante con mandata dal soffitto e ripresa da un grigliato a pavimento;
- **cappe aspiranti orientabili (proboscidi):** impianti simili a quelli utilizzati per saldature e molature meccaniche, dotati di un sistema aspirante orientabile da posizionare in prossimità del pezzo in lavorazione;

- **banchi aspirati**: banchi di lavoro dotati di un sistema aspirante con fenditure sui bordi ed in alcuni casi sullo stesso piano di appoggio del banco. Normalmente sono corredabili con sistemi di flangiatura che isolano gli elementi aspiranti del banco ed aumentano l'efficienza di aspirazione. In zona lavoro la flangiatura è costituita da elementi in materiale trasparente

Esempi:
le campagne di misure effettuate indicano, rispetto ai valori medi di polveri e quarzo respirabile riscontrati per attività di finitura manuale effettuate in assenza di dispositivi di aspirazione (valori medi di sorgente) i seguenti valori di abbattimento. I valori riscontrati, salvo per il caso della soluzione con aspirazione mediante grigliato a pavimento non sembrano essere risolutivi per la protezione dell'addetto, che deve essere comunque protetto con adeguati DPI.

a- Un buon abbattimento (circa 12 volte) per la soluzione con aspirazione mediante grigliato a pavimento: la soluzione riduce sensibilmente il rischio, ma può non essere risolutiva per la protezione dell'addetto. In futuro potrebbe essere interessante ritestare la soluzione anche in presenza di flusso d'aria proveniente dall'alto e su materiali maggiormente compatibili (in termini di contenuto di quarzo) rispetto a quelli lavorati nelle campagne effettuate sulle altre soluzioni di bonifica;
b- un significativo abbattimento (circa 3.3 volte) per la soluzione con parete a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA): la soluzione riduce significativamente il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto;
c- un discreto abbattimento (circa 2.6 volte) per la soluzione con aspirazione localizzata orientabile a proboscide: la soluzione riduce significativamente il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto.
d- un certo abbattimento (circa 1.5 volte) per la soluzione con parete aspirante multifessura: la soluzione necessita ulteriori approfondimenti; essa riduce il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto.
e- uno scarso abbattimento per la soluzione con banco aspirante: la soluzione necessita ulteriori approfondimenti; essa riduce di poco il rischio, soprattutto se si lavorano pezzi di dimensione variabile o non piccola in relazione alle portate in gioco ed alla dimensione della zona di banco interessata dall'aspirazione; non risulta assolutamente risolutiva per la protezione dell'addetto. La soluzione non può quindi essere considerata sufficiente e deve essere quantomeno abbinata ad altre soluzioni che commercialmente possono essere integrate al singolo banco aspirante (aspirazione orientabile a proboscide, parete aspirante, parete aspirante con abbattimento a velo d'acqua). In particolare la soluzione andrebbe testata in presenza di lavorazioni su pezzi adatti alle dimensioni del banco ed in presenza di quegli elementi di flangiatura che consentono di concentrare il flusso in aspirazione nella zona di lavoro.

NB: occorre ribadire in questa sede che nessuna delle soluzioni descritte, in base alle misure di approssimative di velocità dell'aria effettuate, consente, nelle modalità con cui vengono utilizzate e, con senso critico, nelle modalità con cui potrebbero essere meglio utilizzate mantenendo una certa operatività, di ottenere in prossimità della zona in cui le polveri sono prodotte delle velocità dell'aria paragonabili alle velocità di cattura consigliate dalla letteratura tecnica per questo tipo di lavorazioni.

NB: tutte le soluzioni che prevedono pareti aspiranti o aspirazioni localizzate ed orientabili dovrebbero essere dotate di:

→ carrello portapezzi mobile che consenta il corretto orientamento del pezzo, in modo da rendere in ogni momento compatibile la direzione di propagazione delle polveri con quella del flusso aspirante dell'impianto;
→ sistema di rilevazione e segnalazione dell'efficienza della macchina, onde mantenere le portate aspiranti vicine ai valori nominali previsti dal costruttore e segnalare in tempo reale

le necessità di manutenzione e cambio filtri. In questo senso occorre sottolineare che un impianto di aspirazione è considerabile a tutti gli effetti una macchina e pertanto soggetta agli obblighi della normativa che se ne occupa (es. marcatura CE e manuale tecnico). Inoltre occorre ricordare che gli elementi di un sistema di aspirazione da cui può derivare una deviazione dallo standard in termini di portata nominale possono essere molteplici: perdite di carico sui diversi filtri, intasamento di ugelli, torbidità dell'acqua utilizzata per gli abbattimenti, presenza di sporcizia o danno alle pale dei ventilatori. La possibilità di rilevare per tempo il degrado dei diversi elementi dovrebbe essere direttamente implementata e documentata dal costruttore. In quest'ottica nella scelta di una macchina gli utilizzatori dovrebbero orientarsi verso quei prodotti che già all'origine consentono questo tipo di controlli o almeno verso quei prodotti nel cui manuale gli interventi di manutenzione da programmare sono indicati con riferimento a parametri di efficienza quantificati e misurabili, con indicazione dei metodi di misura utilizzati all'origine per definire la relazione tra parametro e portata dichiarata.

In generale, in relazione a quanto dichiarato formalmente dal costruttore nel manuale tecnico della macchina, occorre che da parte degli utilizzatori siano messi a punto protocolli per la gestione e manutenzione degli impianti.

3 Procedure ed organizzazione di impianti e lavorazioni

In quest'ambito sono contemplate una serie di operazioni (es. frequente pulizia dei locali) che per evidenza dedotta dalle campagne di misura hanno certamente influenza diretta sulla limitazione dell'aerodispersione di polveri ed influenza sull'efficienza dei sistemi di aspirazione. Per coerenza con la tipologia di argomenti trattata nel presente Allegato la loro trattazione è stata spostata nell'Allegato 3.

V a n t a g g i	Criticità
Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua (irrorazione d' acqua sull'utensile di lavoro): ✦ dispositivo considerabile come "intervento applicato alla fonte", garantisce un buon abbattimento delle polveri prodotte se associato a procedure ed impianti di raccolta ed evacuazione della torbida prodotta;	**Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua** (irrorazione d' acqua sull'utensile di lavoro): ◆ soluzione di cui è stata riscontrata applicazione solo per alcune tipologie di macchine (es. lucidatrici); ◆ soluzione possibile solo per alcuni tipi di lavorazione e rocce (per altre le specifiche della lavorazione e / o della roccia non lo consentono); ◆ può non risolvere il problema e richiedere un ulteriore intervento mediante sistema di captazione ed abbattimento ◆ necessità di attrezzare una linea acque dedicata (come portata, pressioni e distanza tra il punto di adduzione al punto di esercizio) all'area finiture. Gli utensili devono essere ben isolati dal punto di vista elettrico. Il collegamento elettrico idraulico all'utensile è normalmente in altezza a ridosso del punto di lavoro pertanto gli utensili sono utilizzabili solo in zona finiture.

	L’area inoltre va attrezzata in termini di pavimentazione per evacuare e recuperare l’acqua di processo e per prevenire il rischio di scivolamento. Richiede inoltre un lavaggio frequente del pezzo in lavorazione e della zona circostante per favorire una rapida rimozione della torbida prodotta. **NB** *per tutte le soluzioni seguenti vale come criticità il fatto che occorre comunque proteggere il lavoratore con adeguati DPI durante le operazioni in prossimità dell’utensile;*
Pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA): ◆ dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse che consente anche abbattimento ad acqua delle emissioni. Il velo ad acqua consente inoltre di abbattere le polveri aerodisperse che non vengono captate dalla fenditura aspirante e rimangono in sospensione al di sopra di essa; ◆ le misure effettuate indicano un significativo abbattimento rispetto ai valori medi di sorgente (circa 3.3 volte). ◆ se correttamente scelto, in termini di dimensioni rispetto all’ingombro necessario per la lavorazione, consente un buon spazio di manovra; ◆ essendo normalmente dotato di flange isola la zona di lavoro destinata alla finitura. Necessitando inoltre di essere ubicato in prossimità di una canaletta per la raccolta acque (per sostituire l’acqua necessaria agli abbattimenti) consente di effettuare in modo più razionale la pulizia dell’area di lavoro; ◆ e’ possibile aumentare la flangiatura aggiungendo flange mobili, ciò consente di aumentare l’efficienza di aspirazione in zona lavoro e teoricamente di raddrizzare i filetti fluidi dell’aria aspirata; ◆ nel caso all’origine non vi siano dispositivi installati dal costruttore per monitorare la deviazione dai parametri standard di alcuni elementi della macchina (es. pressioni statiche a monte e valle del filtro finale) consente di installare detti dispositivi in modo abbastanza semplice e non eccessivamente costoso (a patto che i valori standard di efficienza vengano dichiarati dal	**Pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA):** ◆ l’abbattimento delle polveri è significativo ma non risolutivo, sia per la presenza di aerosol primari che per il successivo risollevamento delle polveri sedimentate se non rimosse durante la giornata di lavoro ◆ occorre comunque proteggere il lavoratore con adeguati DPI durante le operazioni in prossimità dell’utensile; ◆ necessita di integrazione con carrello portapezzi mobile, onde orientare correttamente in ogni momento il pezzo, al fine di garantire che la direzione di propagazione delle poveri sia compatibile con quella del flusso aspirante. ◆ necessita il monitoraggio e la manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore; ◆ la macchina non prevede sistemi di misura e trasmissione dati dello stato di degrado dei diversi elementi di sistema (torbidità dell’acqua, intasamento degli ugelli, portate d’acqua, perdite di carico sui vari tratti del sistema). Difficilmente le tempistiche di manutenzione, sostituzione degli elementi del sistema di aspirazione sono connesse a valori di parametri oggettivi misurabili.

costruttore, in caso contrario occorre che li determini l’utilizzatore); ◆ gli elementi di cui è necessario monitorare il degrado non sono molti e sono facilmente gestibili; **Cappe aspiranti orientabili (“proboscidi”):** ◆ dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente uno fisso a materassino sostituibile ed uno a filtro a maniche oppure mediante cartucce aspiranti sostituibili) e dispositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassetti estraibili e svuotabili); ◆ nel caso all’origine non vi siano dispositivi installati dal costruttore per monitorare la deviazione dai parametri standard di alcuni elementi della macchina (es. differenza tra la pressione statica a monte e valle del filtro finale) la conformazione di alcuni modelli consente di installare detti dispositivi in modo abbastanza semplice e non eccessivamente costoso (a patto che i valori standard di efficienza vengano dichiarati dal costruttore, in caso contrario occorre che li determini l’utilizzatore); ◆ gli elementi di cui è necessario monitorare il degrado non sono molti e sono facilmente gestibili; ◆ normalmente il costruttore dichiara la massima differenza di pressione statica accettabile sul complesso degli elementi filtranti del sistema ed installa sulla macchina un conta ore di lavoro associato a tempistiche di manutenzione / sostituzione; ◆ sono disponibili modelli con possibilità di pulizia delle cartucce filtranti mediante connessione ad aria compressa oppure con sistema ad aria compressa autopulente connesso a pressostato differenziale; ◆ essendo un dispositivo concepito per avvicinare molto la faccia aspirante al punto in cui le polveri sono originate consente di ottenere in prossimità della cappa aspirante velocità compatibili con le velocità di cattura consigliate in letteratura; ◆ le misure effettuate indicano un significativo abbattimento rispetto alla finitura tradizionale (circa 2.6 volte).	 **Cappe aspiranti orientabili (“proboscidi”):** ◆ l’abbattimento delle polveri è significativo ma non risolutivo, sia per la non completa captazione sia perchè, quando non gestito opportunamente (doppia cappa direzionata su zona di lavoro facilmente pulibile ad umido) è difficile gestire l’evacuazione delle polveri non captate sedimentate (che nel tempo per correnti d’aria e passaggio mezzi si risollevano. Ciò è particolarmente arduo nel momento in cui si utilizzi per la pulizia della zona di lavoro aria compressa; ◆ i modelli con cappe più piccole (e velocità frontali più elevate) sono caratterizzati normalmente da cappe in materiale non trasparente. Ciò, impedendo una buona visibilità, obbliga spesso ad allontanare la cappa dal pezzo in lavorazione o alla cattiva prassi di togliere la cappa (in tutti e due i casi l’efficienza di aspirazione è ridotta: nel primo caso diminuisce la velocità di cattura in zona lavoro, nel secondo caso si preleva aria anche dalle zone retrostanti l’elemento terminale del braccio aspirante e pertanto la portata di aspirazione si concentra meno in zona lavoro); ◆ sia con i modelli a cappe più piccole, ed ancor più nei modelli a cappe più grosse (installati normalmente sui banchi aspiranti come aspirazione supplementare) è importante organizzare la lavorazione in modo da direzionare la dispersione di polvere in direzione concorde al flusso di aspirazione. Ciò in prima istanza è realizzabile: - a) con i modelli a cappe più piccole organizzando il lavoro in modo che ciò avvenga, utilizzando contemporaneamente i due complessi braccio / cappa (per i modelli a due bracci), spostando frequentemente il braccio snodabile; - b) con i modelli a cappe più grosse lavorando frontalmente alla cappa in posizione il più possibile coincidente con il piano frontale della cappa. Ciò però

	comporta una limitazione della dimensione dei pezzi lavorati o l'integrazione del sistema su un banco aspirante di dimensioni compatibili. Diversamente è indispensabile l'utilizzo di banco portapezzi girevole; ◆ necessita il monitoraggio e la manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore;
Pareti multifessura aspirante: ◆ Dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente a maniche od a cartucce ma anche con set di prefiltri e filtri a materassino) e dipositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassetti estraibili e svuotabili); ◆ Le misure effettuate indicano un certo abbattimento rispetto alla finitura tradizionale (circa 1.5 volte). ◆ sono disponibili modelli con possibilità di pulizia delle cartucce o delle maniche filtranti mediante sistema ad aria compressa autopulente connesso a pressostato differenziale; ◆ in generale i costruttori dichiarano la massima pressione statica sopportabile dagli elementi filtranti o i valori di perdita di carico a cui sono connesse esigenze di manutenzione (ovviamente non per il caso di sistemi di filtrazione autopulenti); ◆ sono disponibili modelli con aspirazione anche laterale; ◆ su questa tecnologia è stata segnalata la necessità di integrazione con carrello portapezzi mobile e sistema di rilevazione/segnalazione dell'efficienza del sistema aspirante.	**Pareti multifessura aspirante**: ◆ L'abbattimento delle polveri è discreto ma non risolutivo, sia per la non completa captazione che per il successivo risollevamento delle polveri sedimentate; ◆ i modelli osservati (parete frontale a fenditure aspiranti) necessitano di effettuare la lavorazione con con carrello portapezzi mobile, onde orientare correttamente in ogni momento il pezzo, al fine di garantire che la direzione di propagazione delle poveri sia compatibile con quella del flusso aspirante; ◆ necessitano inoltre di monitoraggio e manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore. Inoltre tali modelli non prevedono a bordo macchina indicazioni strumentali sull'andamento dei parametri da cui di pende il mantenimento della portata di aspirazione ai valori nominali installati dal costruttore;
Banchi aspirati ◆ Dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente prefiltro e filtro a maniche oppure cartucce aspiranti sostituibili) e dispositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassetti estraibili e svuotabili). Gli elementi aspiranti normalmente osservati sul campo prevedono	**Banchi aspirati** ◆ Le misure effettuate sui banchi aspirati tradizionalmente in uso nel settore (piano di appoggio a griglia o fenditure aspiranti e griglie aspiranti sui bordi del piano aspirante di appoggio) indicano uno scarso abbattimento rispetto rispetto ai valori medi di sorgente; ◆ L'abbattimento delle polveri è scarso:

piano di appoggio a griglia o fenditure aspiranti e griglie aspiranti sui bordi del piano aspirante di appoggio;Dispositivo di abbattimento ad aria applicato alla dispersione delle polveri; ◆ e’ una tecnologia consolidata che propone modelli con sistemi di filtrazione di diverso tipo tra i quali si citano: - cartucce filtranti pulibili tramite pettine a raschiamento della cartuccia a manovella azionabile dall’esterno; - cartucce o maniche autopulenti connesse a pressostati differenziali; - accoppiamento con diversi elementi filtranti: pareti laterali, frontali e sommitali a griglia o fenditure aspiranti oppure sistemi di aspirazione snodabili (proboscide); - sistemi di flangiatura che consentono di isolare la zona di lavoro e aumentare l’efficienza della filtrazione. Tali sistemi prevedono normalmente che la flangia sommitale alla zona di lavoro sia fatta di materiale trasparente ◆ in generale i costruttori dichiarano la massima pressione statica sopportabile dagli elementi filtranti o i valori di perdita di carico a cui sono connesse esigenze di manutenzione (ovviamente non per il caso di sistemi di filtrazione autopulenti);	- a causa della insufficiente portata di aspirazione; - a causa delle velocità di cattura molto basse osservate in zona di lavoro; - a causa del fatto che i sistemi osservati sono nati per lavorare pezzi tendenzialmente piccoli, o compatibili con le dimensioni del banco, in posizione centrale rispetto alle stesse: ciò significa che non devono limitare eccessivamente le superfici aspiranti; ◆ a causa del fatto che le condizioni di lavoro osservate producono una dispersione di polveri copiosa nella zona di lavoro. Tali polveri una volta sedimentate e mai pulite vengono risollevate dalle attività che si svolgono in zona; ◆ difficilmente sono strumentati per monitorare i parametri oggettivi da cui dipende l’intasamento dei filtri e l’abbassamento della portata di aspirazione. Inoltra in assenza di tale strumentazione non è facile nè economico per l’utilizzatore effettuare il monitoraggio; ◆ necessitano di costante manutenzione, onde garantire portate aspiranti vicine ai valori nominali previsti dal costruttore; ◆ oltre a limitare la dimensione dei pezzi da lavorare per le condizioni attuali di lavoro osservate necessitano di integrazione con sistemi di flangiatura (da valutare per quanto riguarda la loro efficienza in termini di aumento di abbattimento) per isolare la zona di lavoro, e di essere integrati con sistemi di aspirazione orientabili a snodo (proboscidi);

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

Macchine utensili portatili ad umido

◆ Oltre all’acquisto di macchine di questo tipo (poco diffuse sul territorio italiano) occorre con tutta probabilità installare ex novo una linea di acque in pressione in altezza (per immissione d’acqua sull’utensile di lavoro) ed una zona di lavoro ad hoc per il collettamento delle torbide derivanti dalle lavorazioni. Inoltre occorre una razionalizzazione degli spazi di lavoro in relazione al fatto che le macchine sono connesse alla linea acque e pertanto hanno mobilità limitata. A ciò si aggiunga che non tutte le lavorazioni di finitura manuale su materiali lapidei possono essere effettuate ad umido e pertanto per quelle a secco il problema andrebbe risolto diversamente.

Macchine utensili portatili aspirate

◆ Oltre all’acquisto di macchine di questo tipo occorre con tutta probabilità installare ex novo una linea di aspirazione dedicata in altezza ed una zona di lavoro ad hoc con una razionalizzazione degli spazi utilizzati. Ciò in relazione al fatto che per fattori legati alle perdite di carico la

distanza tra la turbina aspirante ed il punto di lavoro (viste le dimensioni consigliate per le tubazioni di collegamento) non può essere elevata. Inoltre per il fatto di essere connesse una tubazione di collegamento al sistema aspirante e per il fatto di essere dotate in zona utensile di una cappa aspirante può aumentare notevolmente la massa della macchina rendendo difficile maneggiarla.

Macchine aspiranti

- La difficoltà maggiore è quella di scegliere macchine e modalità di lavoro in modo che nella zona di dispersione delle polveri si raggiungano velocità di cattura per lo meno di ordini di grandezza compatibili con quelle consigliate
- Inoltre come accennato esiste una difficoltà oggettiva a reperire costruttori che forniscano macchine strumentate per controllare l'andamento di tutti i parametri da cui dipende il mantenimento di una corretta portata di aspirazione o per lo meno che forniscano valori oggettivi di tali parametri in modo che l'utilizzatore possa organizzarsi per monitorarli da sè.
- Difficoltà oggettiva ad utilizzare in modo efficiente ai fini della captazione delle polveri disperse le macchine presenti nei laboratori oggetto delle analisi In presenza di lavorazioni che prevedono orientamenti pluridirezionali frequenti dell'utensile in posizioni non compatibili col flusso aspirante (lavorazioni a toro, scultura artistica etc.).

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Studio degli spazi funzionali (almeno per quanto attiene al problema polveri contenenti quarzo) associati alle diverse lavorazioni presenti nel settore lapideo e razionalizzazione delle distanza e delle separazioni tra le diverse aree per evitare interferenze e carichi di polvere aggiuntivi ai diversi sistemi preventivi e protettivi. Per le attività di finitura manuale è comunque abbastanza evidente dalle misure effettuate la necessità di ubicazione in locale dedicato e separato dalle altre lavorazioni.
- Appare inoltre evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - s- controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta (per prima cosa la portata di aspirazione) da cui derivi a sua volta una procedura per la manutenzione / sostituzione di tali elementi. In particolare si pone l'accento sulla necessità di sostituire per tempo i filtri ed i contenitori di stoccaggio a tenuta della polvere captata a fine circuito;
  - t- il corretto posizionamento dell'operatore e dell'utensile rispetto alle direzioni del flusso aspirante;
  - u- la frequente asportazione, esclusivamente ad umido, delle polveri residue (pulizia frequente dei locali). In questo senso occorre evitare la pulizia a secco (scope) o mediante aria compressa delle polveri residue o sedimentate nell'area di lavoro e gli indumenti di lavoro. In caso di esigenza di effettuare pulizia a secco si segnala la presenza sul mercato di aspiratori portatili carrellati dotati di filtro assoluto allo scarico (e di manometro differenziale per valutare lo stato di intasamento dei filtri e quindi la necessità di sostituirli).
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	Criticità
◆ Separare o quantomeno allontanare le altre lavorazioni riduce le esposizioni indebite e diminuisce i carichi di polvere da gestire da parte delle tecnologie preventive; ◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività; ◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza e di mantenere ottimizzate le prestazioni dei dispositivi di captazione ed abbattimento delle polveri prodotte; ◆ la frequente pulizia dell'area di lavoro, esclusivamente ad umido, riduce la possibilità di risollevamento delle polveri	◆ Separare ed allontanare introduce la necessità di adeguati spazi ed una conseguente organizzazione del lavoro

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ La separazione e l'allontanamento delle lavorazioni contigue è vincolato (senza disponibilità ad investire) dagli spazi disponibili; ◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l'attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute; ◆ costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi ect) e per la pulizia degli indumenti di lavoro

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nella finitura manuale a secco, in ragione dell'esposizione molto elevata, si rende necessario l'utilizzo di adeguati DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie da parte dell'addetto. Tale utilizzo potrebbe essere non necessario, se in futuro le misure daranno indicazioni maggiori a riguardo, nei casi:

- nelle zone di lavoro dedicate esclusivamente alle lavorazioni di finitura effettuate con macchine portatili con immissione d'acqua nel punto di lavoro;
- nelle aspirazioni effettuate in locale dedicato mediante grigliato a pavimento ed insufflazione d'aria dall'alto.

- ➲ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- ➲ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
- ➲ Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazione potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie.
Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI.
Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Tabella con le indicazioni per la scelta della tipologia dei DPI in relazione alle singole attività:

Attività	Facciale Filtrante	Semimaschera	Maschera intera	Elettrorespiratore	Con adduzione di aria esterna
Finitura secco non aspirata: Addetto Assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con banco aspirato: Assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con parete multifessura: addetto assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con aspirazioni orientabili: addetto assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con PFA: addetto assistente Altre operazioni					

limitrofe					
Finitura secco con grigliato a pavimento: addetto assistente Altre operazioni					

Allegato

Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- U.S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration, all’indirizzo www.msha.gov;
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- http://www.inrs.fr (Institut National de Recherche et de Securitè) – ND 1681 - Efficacitè des dispositifs de captages integrès aux machines portatives
- M.Patrucco: Sicurezza ed ambiente di lavoro - vol 2 parte 4, L’INQUINAMENTO DA PARTICOLATI AERODISPERSI NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: VALUTAZIONE E GESTIONE, marzo 2002, Collana Politeko, Torino, ISBN 88-87380-29-5
- M.Cardu, C.Cigna, A.Giglietta, F.Lembo, E.Lovera, P.Marini, S.Nobile, M.Patrucco: “Evoluzione tecnologica ed aspetti di sicurezza del lavoro nelle attività di lavorazione delle pietre ornamentali: analisi preliminare nelle realtà produttiva del Verbano Cusio Ossola”, a cura di Regione Piemonte Assessorato Sanità, Asl 14 Dop. Prevenzione Spresal, Politecnico di Torino DITAG, pp. 1-83, ed. Presgrafica, Ornavasso (Vb), 2006, ISBN-10: 88-902249-1-6, ISBN-13:978-88-902249-1-1
- Articolo: “Workers’ health and safety conditions in the stone sector: a research program on noise and airborne dust technical evaluation and control” – C. Cigna, S. Francese, S. Nobile, M. Patrucco, F. Lembo, A. Giglietta – Convegno MPES (Mine Planning and Equipment Selection) 2006 – Torino - 20-22 settembre 2006 - – Book of Abstract pag. 707.
- Articolo: “Workers exposure to airborne particulates in opencast and underground mining operations: a database approach for risk assessment and management” – S. Francese, M. Patrucco, G. Scioldo - Convegno DATA MINING – WIT (Wessex Institute of Technology) - Bologna 2002 - Data Mining III, Wit Press Southampton 2002, ISBN 1-85312-925-9;

ALLEGATO:
APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Nel caso delle lavorazioni di finitura manuale di laboratorio l'obiettivo delle indagini è stato quello di valutare in modo comparato l'efficacia dei diversi impianti di captazione della polvere aerodispersa prodotta dalla lavorazione. Sono stati comparati gli impianti di captazione più diffusi tra le aziende quali pareti a fenditure multiple aspiranti, pareti a griglia o fenditura aspirante con abbattimento primario a velo d'acqua e abbattimento secondario a nebulizzazione di acqua (di seguito indicati con l'acronimo PFA) banchi aspiranti con o senza cappe di aspirazione supplementari di tipo orientabile (proboscidi), sole cappe di aspirazione di tipo orientabile (proboscidi).
Nella disamina delle variabili che possono influenzare l'esposizione a silice libera cristallina areodispersa sono state adeguatamente considerate anche le modalità operative al fine di documentare gli effetti negativi indotti da interpretazioni scorrette della mansione dal punto di vista protezionistico.

Nonostante la pur ragguardevole campionatura necessiti di un ulteriore incremento, al fine di accrescere la solidità statistica delle conclusioni, i risultati, condensati nelle tabelle di seguito illustrate (sintesi nelle tabelle 5 e 6), offrono comunque alcune prime interessanti indicazioni.

Innanzitutto l'impiego di portapezzi girevoli in struttura metallica (tabella 4), oltre a consentire un posizionamento del semilavorato migliore rispetto alla zona utile di captazione, ha raggiunto il duplice scopo di agevolare comportamenti corretti da parte degli operatori, messi nelle condizioni di poter sempre direzionare l'utensile verso l'aspirazione e nel contempo di ridurre l'effetto "barriera" esercitato dagli ingombranti portapezzi fissi a cavalletto, spesso responsabili di negative interferenze sull'efficacia complessiva di questi sistemi.

Le pareti a griglia o fenditura aspirante con abbattimento ad acqua (PFA) realizzato con tecnologia tradizionale "a velo" o con tecnologia innovativa ad ugelli nebulizzatori in pressione, sembrano essere la più efficace delle soluzioni testate.

Al contrario i banchi aspiranti tradizionali non dotati di cappe di aspirazione supplementari di tipo orientabile o di parete aspirante sembrano invece la soluzione meno raccomandabile, specie se le dimensioni di ingombro dei semilavorati sono tali da pregiudicarne l'efficienza.
A livello intermedio si pone infatti il banco aspirante associato a cappa aspirante di tipo orientabile, soprattutto grazie a questo secondo dispositivo.

Ulteriori indagini saranno invece condotte sull'aspirazione a pareti a fenditure multiple aspiranti, che nella nostra indagine ha dato prove insoddisfacenti. Una spiegazione, avvalorata anche dalle elevate concentrazioni di polveri e quarzo nei prelievi d'area, potrebbe consistere nel fatto che tale soluzione sia più adatta alla captazione di inquinanti gassosi che non di particolato; questi ultimi infatti, proiettati ad alta velocità contro la parete, potrebbero vincere il flusso aspirante ed essere captati solo in parte, per il resto rimbalzando e depositandosi nell'ambiente dopo aver sbattuto contro le barre metalliche della griglia.

In ogni caso le elevate potenzialità silicotigene del minerale lavorato, con un contenuto medio di quarzo nella polvere respirabile attorno al 20%, fanno sì che anche le migliori soluzioni non riescano ad evitare un sistematico, consistente superamento del valore limite di accettabilità, con punte sin oltre 3-4 volte il TLV. Se quindi si impone il contestuale utilizzo da parte dell'addetto di

DPI di classe P3, l'adozione delle soluzioni tecniche migliori resta valida, quantomeno per ridurre la contaminazione dell'ambiente e delle lavorazioni contigue. **Questa conclusione conferma la criticità di questa fase lavorativa e la segnala ancor oggi come quella a maggior rischio nell'ambito dell'intero ciclo di lavorazione, nonostante gli indubbi miglioramenti fatti registrare nei confronti di un passato non lontano.**

Qualche ulteriore margine di miglioramento potrebbe conseguirsi, come suggerito da più parti, attraverso l'adozione di cabine chiuse dotate di griglie aspiranti a pavimento. Tale soluzione non è stata testate in questa prima campagna di monitoraggio ambientale perché assente nelle realtà geografiche oggetto degli studi

Concludendo

I banchi aspiranti tradizionali, se non provvisti di parete aspirante o di aspiratore localizzato orientabile, sembrano la soluzione meno raccomandabile, specie se le dimensioni di ingombro dei semilavorati sono tali da pregiudicarne l'efficienza.
Una recente indagine condotta in Toscana sembra confermare la validità delle griglie aspiranti a pavimento, soluzione tuttavia onerosa se installata nei laboratori esistenti.
L'abbattimento delle concentrazioni di polveri nelle PFA (abbattimento primario a velo d'acqua ed eventuale abbattimento secondario ad acqua nebulizzata) è molto buono, anche se l'estrema variabilità dei risultati e recenti studi (Piemonte tabella 4) hanno dimostrato che la scelta di un campo di portate aspiranti corretto e la buona efficienza dell'impianto sono fondamentali per garantirne l'efficacia, che altrimenti cala in rapporto allo scostamento delle prestazioni dai valori nominali previsti dal costruttore.
A livello intermedio si pone il banco aspirato con estrattore orientabile, ma la flangia terminale non trasparente può limitare la visuale sul pezzo, condizionandone il corretto utilizzo ed il gradimento.
Ulteriori indagini saranno invece condotte sull'aspirazione a parete con fenditure multiple aspiranti a secco, che nella nostra indagine ha dato prove insoddisfacenti.
L'impiego di portapezzi girevoli agevola comportamenti corretti da parte degli operatori e riduce l'effetto barriera degli ingombranti portapezzi fissi a cavalletto, spesso responsabili di negative interferenze (tabella 5).
Se si impone il contestuale utilizzo di DPI di classe P3 da parte dell'addetto, l'adozione delle soluzioni migliori resta valida, quantomeno per ridurre la contaminazione dell'ambiente e delle lavorazioni contigue.

Tab. 1: schema utilizzato per la classificazione dei giudizi di criticità						
RANGE POLVERE RESP.	**C**	**RANGE QUARZO RESP.**	**C**	**GIUDIZIO CRITICITA'**	**CLASSE CRITICITA'**	**DEFINIZ. CRITICITA'**
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO	5	MOLTO ELEVATO

Tab. 2: finitura manuale in laboratorio, confronto tra i risultati delle misure INAIL-ASL										
FASE	**ASL Polv. Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Polv. Resp.** [mg/m^3]	**N° dati**	**C**	**ASL Quarzo Resp.** [mg/m^3]	**C**	**INAIL Quarzo Resp.** [mg/m^3] (Stima)	**C**	**G**
Finitura manuale										
Tutte le modalità manuali	1.73	3	2.04	132	3-4	0.27	5	0.139	4	**4**
(idem solo graniti)	(1.73)	3	(2.04)	16	3-4	(0.27)	5	(0.292)	5	**(5)**
finitura con frullino	-	-	1.20	14	3	-	-	0.142	4	**4**
finitura con flex	-	-	2.39	17	4	-	-	0.213	5	**5**
bocciardatura manuale	1.65	3	1.07	6	2-3	0.53	5	0.137	4	**5**
levigatura (ardesie)	-	-	1.29	5	3	-	-	0.134	4	**4**
Legenda: C: classe di criticità riferita alle polveri o al quarzo respirabile G: giudizio di criticità complessivo										

Tab.3: confronto tra i risultati delle misure in relazione all'efficienza del sistema aspirante			
IMPIANTO DI CAPTAZIONE	Polvere respirabile [mg/m^3]	Quarzo respirabile [mg/m^3]	Classe di criticità
PFA: (carrello portapezzi fisso) Campione personale operatore Efficienza sistema aspirante: <50% portata nominale costruttore	9,5	1,7	5
PFA: (carrello portapezzi fisso) Campione personale operatore Efficienza sistema aspirante: >50% portata nominale costruttore	0,8	0,2	5
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione area Efficienza sistema aspirante: <50% portata nominale costruttore	1,7	-	2
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione area Efficienza sistema aspirante: >50% portata nominale costruttore	0,3	-	1-2

Tab. 4: confronto tra i risultati delle misure in relazione all'efficienza del sistema aspirante nel caso di finitura effettuata con carrello portapezzi fisso e girevole			
IMPIANTO DI CAPTAZIONE, CONDIZIONI D'USO E TIPOLOGIA DELLA MISURA	Polvere respirabile [mg/m^3]	Quarzo respirabile [mg/m^3]	Classe di criticità
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione personale	2,56	0,464	5
PFA: (carrello portapezzi girevole) Campione personale	2,29	0,339	5
Campione d'area a 1m da PFA) (carrello portapezzi fisso)	0,69	0,065	2
Campione d'area a 1m da PFA (carrello portapezzi girevole)	0,28	0,055	1-2

Tab. 5: confronto tra i risultati delle misure effettuati su diversi impianti di captazione delle polveri				
IMPIANTO DI CAPTAZIONE	**Camp.pers Polv.Resp. Media aritmetica ± ds [mg/m^3]**	**Camp.area Polv.Resp. Media aritmetica ± ds [mg/m^3]**	**Camp.pers Quarzo resp. Media aritmetica ± ds [µg/m^3]**	**Camp.area Quarzo resp. Media aritmetica ± d [µg/m^3]**
Banco aspirato tradizionale [(2)]	6,2 ± 7,6	0.5	530	130
Banco aspirato tradizionale [(1)]	5,61 ± 1,1	0.52 ± 0,2	950 ± 196	79 ± 16
Pareti a fenditure multiple aspiranti[(1)]	3,79 ± 0,5	2,14 ± 0,3	614 ± 90	181 ± 31
PFA[(2)]: tutte	3,3 ± 5,9	0,86 ± 0,79	970 ± 1270	-
Banchi aspirati con proboscide[(1)]	2,39 ± 0,9	0,25 ± 0,1	368 ± 140	32 ± 13
Banchi aspirati con proboscide[(2)]	1,7 ± 0,7	0,15 ± 0,07	330 ± 250	-
PFA[(1)]	1,69 ± 0,7	0,63 ± 0,2	285 ± 138	86 ± 29
PFA[(2)]: efficienti	0,8 ± 0,4	0,3 ± 0,1	200 ± 50	-
Cabine chiuse e griglie aspiranti a pavimento[(3)]	-	-	78 ± 24	78 ± 24
Legenda: (1) dati da esperienze condotte in Lombardia; (2) dati da esperienze condotte in Piemonte; (3) dati da esperienze condotte in Toscana				

Tab. 6: sintesi dei confronti tra le misure effettuate sui diversi impianti di captazione								
LABORATORI	**C**	**SOLUZIONE**	**C**	**PR [mg/m^3]**	**QR [mg/m^3]**	**ABB**	**M**	**DPI**
Finitura								
Manuale	5	Griglia aspirante a pavimento	3	5.61 / ?	0.950 / 0.078	12	si	+-
		Parete a fenditura aspirante ed abbattimento primario e secondario ad acqua	4	5.61 / 0.40	0.950 / 0.285	3.3	si	+
		Banco con proboscide aspirante	5	5.61 / 2.39	0.950 / 0.368	2.6	si	+
		Parete a fenditure aria	5	5.61 / 3.79	0.950 / 0.614	1.5	si	+
		Carrello girevole	5	2.56 / 2.29	0.464 / 0.339	1.4	si	+
Legenda: C: classe di criticità; PR: polvere respirabile; QR: Quarzo respirabile; ABB: abbattimento (N°.volte: C1/C2); M: migliorabile; DPI: °addetto; °°assistenti								

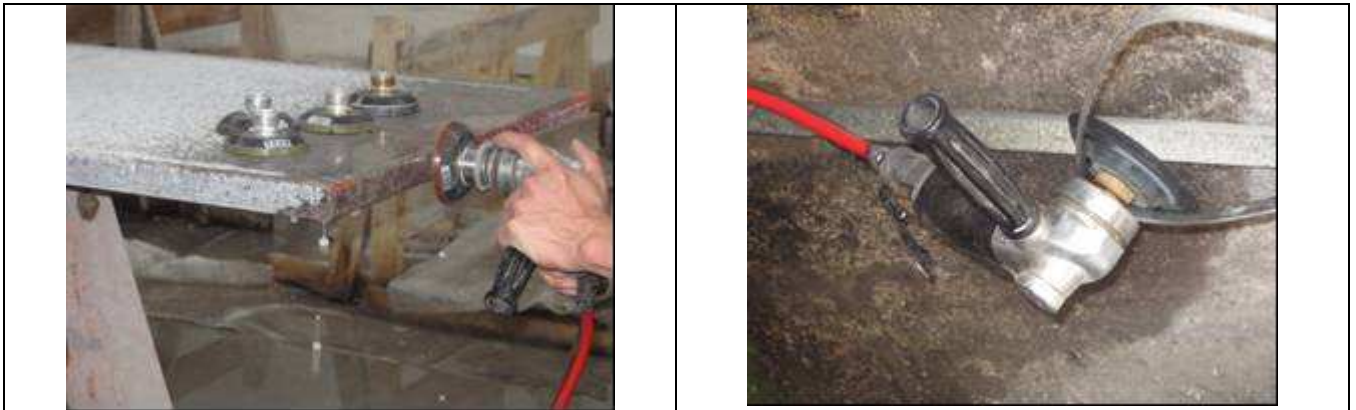



Fig.1-2: Mola lucidatrice ad acqua

Fig.3-4: Parete aspirante ad acqua (1) e parete multifessura aspiranti a secco (2)

Fig.5-6: Cappe aspiranti orientabili (3) e griglia a pavimento (4)

Fig.7-8: Banco aspirato con parete ad acqua o con proboscide (5)

INDICAZIONI SULLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER LA RIDUZIONE DELLA ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA NEI COMPARTI PRODUTTIVI

SCHEDA NIS EF6 / LF6
Estrazione: Fase 6 Finitura
Lavorazione: Fase 6 Lavori particolari

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo documento è costituito da due parti:

a) Una breve sintesi che indica le principali misure di prevenzione e protezione da individuare e adottare da parte della singola impresa, ai fini della riduzione del rischio dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina (SLC);

b) Un allegato nel quale vanno ricercate le specifiche caratteristiche tecniche per la realizzazione delle misure indicate nella parte generale del documento.

a) **La sintesi** delle misure di prevenzione e protezione da realizzare tiene conto del rispetto di una priorità per l'individuazione delle misure da adottare, così come previsto nell'impostazione generale delle Direttive UE, che viene riassunta anche nell'articolo 3 del D.Lgs.626/94 (Misure generali di tutela).
Le misure di tutela sono state raccolte in quattro grandi categorie, come illustrato nello schema sotto riportato, a ciascuna di esse è stata dedicata una pagina specifica contenente le indicazioni delle misure di riduzione del rischio, applicabili al campo produttivo di interesse.

b) **L'allegato** contiene i riferimenti ai siti web da cui si sono estratti i testi relativi alla realizzazione tecnica delle misure che sono integralmente scaricabili nei *"files"* allegati al documento.

L'utilizzatore dovrebbe:

- valutare il rischio con riferimento a tecniche e tecnologie adoperate, anche avvalendosi della lista di criticita' di comparto nelle schede stesse proposta,
- sempre con l'ausilio delle schede proposte condurre una analisi delle misure di prevenzione e protezione applicabili all'attività lavorativa localmente effettuata,
- individuare le misure necessarie da realizzare secondo le indicazioni e priorità contenute nella prima parte
- ricavare dagli allegati le modalità tecniche di realizzazione.

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE
sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico(aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)
Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)
Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE
Uso dei Dispositivi di protezione personale

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Questa attività può concludere sia il ciclo di estrazione che di lavorazione e riguarda la realizzazione di prodotti finiti particolari, tipici di alcune pietre ornamentali:

- manufatti per pavimentazioni, rivestimenti e coperture:
- opere di arredo;
- opere di scultura artistica;
- piani per lavagne e biliardi;
- lavorazione del cocciame.

Pavimentazioni, rivestimenti e coperture

Questa attività, tipica di diversi materiali lapidei silicotigeni (porfidi, ardesie, graniti etc.), comprende la realizzazione di manufatti di diversa forma e dimensione (cubetti, mattonelle, cordoli, piastrelle, piode per tetti etc.), utilizzati per pavimentazioni interne ed esterne (abitative e stradali) o per coperture (tetti). Viene svolta sia direttamente in cava (o in aree di pertinenza del sito estrattivo) che in laboratorio, a conclusione dei rispettivi cicli; in entrambi i casi viene di norma svolta in aree apposite: all'aperto nel piazzale, sotto tettoie o in locali dedicati. Tale attività, che, in assenza di adeguati interventi può comportare esposizioni non trascurabili, comprende di norma due fasi:

- cernita:
  su banco/nastro o direttamente dai detriti di cava
- spacco:
- a macchina: con presse o trance (cubettatrici/spaccatrici);
- a mano: con cunei e mazzuolo (scalpellatura)

Arredo

La produzione di manufatti per arredo (colonne; piani per bagni, cucine e camini; piastre per cottura e stufe etc.) comporta la realizzazione di manufatti di forma e dimensione variabile (spesso specificamente disegnati dal committente); tale attività viene svolta in laboratorio e si avvale di macchine operatrici più o meno automatizzate (torni, centri lavoro a controllo numerico etc.) e di utensili manuali di finitura.

Scultura artistica

La realizzazione di sculture artistiche (statue, fontane etc.) si avvale di norma di rocce più tenere, ma può in qualche caso utilizzare anche materiali contenenti silice libera cristallina. Tale attività viene svolta in laboratorio ed in rapporto alla forma ed alla dimensione dell'opera può utilizzare macchine operatrici nella fase di sgrossatura, anche se la maggioranza delle operazioni sono svolte con utensili manuali, che comportano elevata esposizione dell'addetto.

Piani per biliardi e lavagne

Può interessare materiali lapidei silicotigeno (ardesie) e viene svolta in laboratorio, di norma di avvalendosi di macchine operatrici (segatrici, levigatrici, foratrici etc.).

Ciclo del cocciame

Tale attività interessa raramente materiali silicotigeni ed è assimilabile a quella della produzione di sabbie ed affini, non descritte nel presente lavoro.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante la lavorazione.

<u>*a-Pavimentazioni, rivestimenti e coperture*</u>:

- *cernita:*
- cernita manuale su banco a nastro: bagnatura del materiale nella fase di carico della tramoggia e di estrazione di quest'ultima al nastro;
- cernita manuale direttamente in cava: bagnatura, ove tecnicamente possibile, del materiale.
- *spacco:*
- spacco a macchina: utile l'applicazione di ugelli per l'erogazione temporizzata e mirata di getti nebulizzati di acqua allo scopo di umidificare la superficie del pezzo e la zona di lavoro.
- spacco a mano: ove tecnicamente possibile, bagnatura del materiale o della linea di frattura (anche manuale con spugnetta).

<u>*b- Arredo:*</u>

- Le macchine utilizzate (torni, centri lavoro a controllo numerico etc.) operano di norma ad acqua (vedi BP LF3 Trattamenti Superficiali e LF4 Taglio Lastre)

<u>*c- Scultura artistica*</u>*:*

- Le macchine utilizzate per la sgrossatura operano di norma ad acqua (vedi Scheda BP LF3 Trattamenti Superficiali);
- Nelle operazioni manuali utilizzare, ove possibile, utensili manuali ad acqua (vedi Scheda BP LF6 Finitura).

<u>*d- Piani per lavagne e biliardi:*</u>*:*

- Le macchine utilizzate (segatrici, levigatrici etc.) operano di norma ad acqua (vedi BP LF3 Trattamenti Superficiali e LF4 Taglio Lastre)

V a n t a g g i	**Criticità**
◆ La bagnatura del materiale di cernita (tramoggia o deposito in cava) riduce la dispersione di polvere;	◆ Nessuna
◆ L'umidificazione del materiale di spacco con ugelli di erogazione di acqua micronizzata montati sulle spaccatrici di riduce la dispersione di polvere;	◆ Sulle macchine vecchie implica modifica della macchina.
◆ L'utilizzo di spugnette o erogatori manuali di acqua nebulizzata sulla linea di spacco a mano sulla linea di frattura nello spacco a mano riduce la dispersione di polvere.	◆ L'utilizzo di spugnette o erogatori manuali di acqua nebulizzata sulla linea di frattura nello spacco a mano implica la modifica della procedura di lavoro.

D i f f i c o l t à
Nessuna

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

2- Riduzione della generazione: bloccare la polvere generata abbattendola e / o evacuandola nel momento stesso in cui si genera e perciò:

2.1. Confinamenti, Separazioni, Barriere Distanziatrici

- Le operazioni di finitura in cava debbono essere svolte in locali dedicati (quantomeno quelle di spacco meccanico e manuale), onde garantire maggior efficacia alle soluzioni tecniche di abbattimento delle polveri respirabili.
- Le lavorazioni particolari di laboratorio debbono, per gli stessi motivi, essere preferibilmente svolte in locale dedicato (quantomeno quelle di spacco meccanico e manuale, di scultura artistica); negli altri casi si faccia comunque riferimento alle Schede BP LF3 Trattamenti Superficiali e LF4 Taglio Lastre, tenendo presente che anche i Centri Lavoro sono dotati di barriere distanziatrici.

2.2. Aspirazioni

a-Pavimentazioni, rivestimenti e coperture:

- cernita: nessuna.
- spacco:
- spacco a macchina: sulla base della valutazione del rischio (attività continuativa), applicazione di adeguata aspirazione localizzata che intervenga sulla zona di lavoro; in subordine utilizzo di adeguati DPI.
- spacco a mano: sulla base della valutazione del rischio (attività continuativa), l’applicazione di adeguata aspirazione localizzata portatile ed orientabile (proboscide) che intervenga sulla zona di lavoro può migliorare la situazione; in subordine utilizzo di adeguati DPI (vedi Scheda BP LF6 Finitura).

c-Scultura artistica

- scalpellatura a mano e con utensili manuali elettrici o pneumatici: necessario l’utilizzo di adeguata aspirazione localizzata portatile ed orientabile (proboscide) che intervenga sulla zona di lavoro; in subordine utilizzo di adeguati DPI (vedi Scheda BP LF6 - Finitura).

V a n t a g g i	**Criticità**
Locali e barriere distanziatrici - La dotazione di locali dedicati per la finitura di cava e per le lavorazioni particolari di laboratorio garantisce maggior efficacia alle soluzioni tecniche di abbattimento delle polveri respirabili. - le barriere distanziatici per i Centri Lavoro garantiscono l’allontanamento dell’addetto. **Aspirazioni** - Una adeguata aspirazione localizzata che intervenga sulla zona di lavoro delle spaccatrici	**Locali e barriere distanziatrici** - La dotazione di locali dedicati implicano spazi adeguati disponibili. **Aspirazioni** - - Su vecchie macchine implica l’aggiunta dell’aspirazione localizzata che intervenga sulla zona di lavoro delle spaccatrici.

riduce l’esposizione dell’addetto. - Una adeguata aspirazione localizzata portatile è necessaria nella scultura artistica e può essere utile, laddove la valutazione del rischio lo richieda, anche nella scalpellatura manuale.	- nessuna

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Nessuna

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- Appare evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
  - v- Procedure che definiscano le operazioni di governo e controllo delle operazioni particolari.
  - w- Procedure di uso e di controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta e dei sistemi di abbattaimento delle polveri.
- Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	Criticità
◆ una buona organizzazione del lavoro rende l’ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività; ◆ l’adozione di corrette procedure consente l’ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza; ◆ la bagnatura frequente dell’area di lavoro riduce la possibilità di risollevamento delle polveri	◆ l’introduzione di procedure implica una adeguata riorganizzazione del lavoro. ◆ la bagnatura dell’area di lavoro implica adeguate dotazioni

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l’attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute.

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.
Nelle operazioni di scultura artistica è assolutamente necessario l'uso di adeguati DPI; nelle operazioni di scalpellatura a mano, laddove la valutazione del rischio lo faccia ritenere opportuno, può essere indicato l'uso di adeguati DPI, così come nella spaccatura a macchina non aspirata e senza erogatori di acqua nebulizzata.

- I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
- Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
- Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

Vantaggi	Criticità

◆ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazioni potenzialmente estremamente elevate	◆ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in compresenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari
Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie. Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI. Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Allegato
Riferimenti

- Accordo europeo sulle buone pratiche (http//www.nespi.eu/);
- American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- Zecchi C., Cabona M., Castiglioni F., Lisciotto M.: Test di buone pratiche in laboratori di ardesia in Liguria" - Materiali NIS Lapidei (in corso - 2006)
- XIII° Conv. AIDII "Le giornate di Corvara", C. Zecchi , C. Correzzola , U. Verdel , D. Rughi , B. Rimoldi; "Ricostruzione storica dell'esposizione a silice libera cristallina nelle attività di lavorazione di pietre ornamentali come emerge dalla banca dati centrale dell'INAIL"
- sono inoltre disponibili sul web numerosi siti commerciali che forniscono informazioni tecniche relative alle attrezzature attualmente in commercio per lo svolgimento delle operazioni di taglio blocchi e siti che rimandano agli operatori di settore tipo http://www.isicentry.com/, il sito Confindustriale http://www.assomarmomacchine.com

ALLEGATO

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Tab.1: Schema di classificazione dei giudizi di criticità utilizzato

RANGE POLVERE RESP.	C	RANGE QUARZO RESP.	C	GIUDIZIO CRITICITA’	CLASSE CRITICITA’	DEFINIZ. CRITICITA’
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		

Tab.2: Laboratorio: raffronto INAIL-ASL di polvere respirabile e quarzo per fase e lavorazione

FASE	Gruppo Lavoro Polv. Resp. [mg/m^3]	C	INAIL Polv. Resp. [mg/m^3]	N° dati	C	Gruppo Lavoro Quarzo Resp. [mg/m^3]	C	INAIL Quarzo Resp. [mg/m^3] (Stima)	C	G
Lavorazioni particolari										
- centrali lavoro	0.13	1	0,41	1	1	0.015	1	<LOQ	1	**1**
- tornitura	-	-	1.60	7	3	-	-	0.236	5	**5**
- trapano	-	-	1.35	2	3	-	-	-	-	
- trapani ad umido	0.4	1	-	-	-	-	-	-	-	**1**
- spaccatrici	0.68	2	0.42	75	1	0.099	3	0.089	3	**3**
- cubettista porfido (N.269)	0.28	1	0.48	11	1	0.031	2	0.093	3	**2**
- piastrellista porfido (N.133)	0.32	1	0.44	9	1	0.036	2	0.093	3	**2**
- scalpellatura manuale	0.37	1	0.55	12	1-2	0.087	3	0.105	4	**3**

Legenda: na: non disponibili; C: classe di criticità; G: giudizio complessivo di criticità

Tab.3: Esposizione a polveri respirabili (mg/m3)

Lavoratore cubetti / binderi	Senza aspirazione con aerosol	Con aspirazione senza aerosol
1	1,785	0,765
2	1,285	0,479
3	1,161	0,617
4	0,938	0,152
5	1,148	0,229

Da De Santa A., Montrone L., Fontana A.: Impiego sperimentale di aerosol d'acqua per l'abbattimento di polveri e quarzo respirabile nella lavorazione e aspacco del porfido – Corvara 2008.

Tab.4: Esposizione a polveri respirabili (mg/m3)

Lavoratore piastrelle	Con aspirazione senza aerosol	Con aspirazione ed aerosol	Differenza
1	*	*	*
2	0,215	0,149	-30.7
3	0,427	0,338	-20.9
4	0,207	0,152	-26.6
5	0,380	0,272	-28.4
Media	**0,307**	**0,228**	**-25.7**

*** prova interotta per motivi tecnici**

Da De Santa A., Montrone L., Fontana A.: Impiego sperimentale di aerosol d'acqua per l'abbattimento di polveri e quarzo respirabile nella lavorazione e aspacco del porfido – Corvara 2008.

Fig.1-2: scalpellatura e cernita con bagnatura
Fig.3-4: spaccatura a macchina con getti nebulizzati d'acqua e aspirazione